



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA - CT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA E AMBIENTAL
– PPGEUA - MESTRADO -

JOÃO FILADELFO DE CARVALHO NETO

OTIMIZAÇÃO DE ROTAS COM O AUXÍLIO DE UMA
PLATAFORMA “SIG-T” NO SERVIÇO DE ATENDIMENTO
MÓVEL DE URGÊNCIA – SAMU/JOÃO PESSOA/PB

JOÃO PESSOA – PB

2008

JOÃO FILADELFO DE CARVALHO NETO

**OTIMIZAÇÃO DE ROTAS COM O AUXÍLIO DE UMA
PLATAFORMA “SIG-T” NO SERVIÇO DE ATENDIMENTO
MÓVEL DE URGÊNCIA – SAMU/JOÃO PESSOA/PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba/Centro de Tecnologia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof^o. Nilton Pereira de Andrade - Phd.

JOÃO PESSOA – PB

2008

C 3310 Carvalho Neto, João Filadelfo de.

Otimização de rotas com o auxílio de uma plataforma "SIG-T" no Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU / João Pessoa /PB / João Filadelfo de Carvalho Neto. – João Pessoa, 2008.

190 p. : II

Orientador: Nilton Pereira de Andrade

Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT

1. Engenharia Urbana e Ambiental. 2. SAMU – roteirização, Sistema de Informações Geográficas (SIG). 3. Sistema de Informações Geográficas - Otimização de rotas - Transporte - Trânsito.

UFPB/BC

CDU: 62 : 711 (043)

JOÃO FILADELFO DE CARVALHO NETO

**OTIMIZAÇÃO DE ROTAS COM O AUXÍLIO DE UMA
PLATAFORMA “SIG-T” NO SERVIÇO DE ATENDIMENTO
MÓVEL DE URGÊNCIA – SAMU/JOÃO PESSOA/PB**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba/Centro de Tecnologia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^o Nilton Pereira de Andrade - Phd.
Orientador
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Prof.^o Ernesto Ferreira Nobre Júnior - Dsc.
Examinador Externo
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof.^o Pedro Costa Guedes Vianna - Dsc.
Examinador Externo
Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Prof.^o Ricardo Almeida de Melo - Dsc.
Examinador Interno
Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Dedico este trabalho ao homem que foi o maior exemplo de honestidade, coerência e caráter que pude ter em minha vida, o qual me ensinou que mais vale o sono tranqüilo de um homem simples e probo, que a concretização dos sonhos construídos com desonestidade. Por tudo, a você meu pai, saudades.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos dar a capacidade de discerni o bom do ruim, o certo do errado e de superar as adversidades da vida; a todos os familiares (pais, irmãos, tios e primos); aos amigos e colegas, em especial a minha futura esposa Priscila, pelo amor, paciência e compreensão nas horas difíceis no transcorrer da pesquisa, em fim, a todos que contribuíram para o alcance desta etapa, pois, ***“as grandes caminhadas começam nos primeiros passos”***(autor desconhecido).

Em especial ao Prof^o. Nilton, pelo companheirismo, pelo uso de todas as prerrogativas que qualificam um verdadeiro professor em sua arte de ensinar, pela paciência, empenho, conhecimento, disponibilidade e apreço durante as orientações na pesquisa e de vida, pela camaradagem transmitida, pela convivência fraternal e antes de tudo, pelo respeito ao ser humano fundamental na construção desse trabalho.

A todo corpo docente do Centro de Tecnologia e do Programa de Pós-Graduação em Eng. Urbana e Ambiental, a Marluce em especial pelos auxílios na secretaria do programa e aos demais funcionários, os quais, silenciosamente, trabalham para proporcionar ensino e pesquisa de qualidade, amadurecimento científico, assim como conforto e bem estar, dentro do possível, a toda a comunidade da UFPB.

A toda equipe do DEGEOC/LEPAN-UFPB (Laboratório de Ensino e Pesquisa em Análise Espacial - Universidade Federal da Paraíba), com a qual associei-me em prol do conhecimento geográfico, através da participação ativa em várias pesquisas, projetos e trabalhos.

Aos queridos amigos e amigas Richard, Jorge Flávio, Raquel Porto, Pedro Vianna, Araci Farias, Avani Torres, Chico, Cacilda, Nedja, Eduardo Vianna, Emilia de Rodat, Marcelo, Cristiane, Darlene, Rafaele, Paulinho, Dionísio e Aída, externo o imenso agradecimento por tudo aprendi sobre compromisso, respeito, zelo pelo patrimônio público e também pela produção acadêmica de qualidade, diretamente empregada na extensão social. Tudo regado à base do companheirismo e ética.

Em fim, a todos os órgãos municipais (STTrans e SAMU/JPA), estaduais (DNER e CPTran), e federais (PRF e Ministério da Saúde do Brasil) que de forma direta, contribuíram para a realização deste trabalho, eternamente meu muito obrigado.

Iracema
Demônios da Garoa
Composição: Adoniran Barbosa

Iracema, eu nunca mais te vi
Iracema meu grande amor foi embora
Chorei, eu chorei de dor porque
Iracema meu grande amor foi você

*Iracema, eu sempre dizia, cuidado ao
“travessar” essas ruas, eu falava mas
você não escutava não, Iracema você
“travessou” contra mão*

E hoje ela vive lá no céu
Ela vive bem juntinho de nosso senhor.
De lembrança guardo somente suas meias e seus sapatos
Iracema, eu perdi o seu retrato

*Iracema, faltava vinte dias para o nosso
casamento, que “nóis ia se casar” você
atravessou a rua São João, veio um
carro, te pega, te pincha no chão, você foi
para assistência, o chofer não teve culpa
Iracema, paciência Iracema, paciência*

E hoje ela vive lá no céu
Ela vive bem juntinho de nosso senhor
De lembrança guardo somente suas meias e seus sapatos
Iracema, eu perdi o seu retrato.

*Como amante incondicional da música brasileira, é inegável que muitas delas retratam as
cenas do cotidiano urbano do Brasil. A música acima canta a estória de Iracema, que
poderia ser a história de João, José ou Maria. Justamente baseado nesses fatos(acidentes e
violências) é que começa este trabalho.*

João Filadelfo de Carvalho Neto – Março de 2006.

RESUMO

Os acidentes e as violências no meio urbano resultam das ações e/ou omissões humanas, através de condicionantes técnicos e/ou sociais. Em 2005, essas ocorrências foram responsáveis por cerca de 75% do total das mortes por causas violentas segundo o Ministério da Saúde do Brasil. Um elemento chave no atendimento às vítimas de violências e acidentes é o tempo de deslocamento gasto para realizar o atendimento, que pode mudar o quadro médico em questão de minutos, e fazer a diferença entre sobreviver ou morrer, conforme os procedimentos adotados durante a *golden hour*. No Brasil, um serviço que tem grande importância nesta atividade é o SAMU – Serviço de Atendimento Móvel às Urgências e Emergências, no qual a escolha da rota a ser seguida pela ambulância, depende na grande maioria das vezes do conhecimento do motorista sobre a cidade e da sua intuição sobre o melhor caminho a ser seguido, o que muitas vezes não representa o mais rápido. Nesta perspectiva, testou-se uma ferramenta de roteirização associada ao uso de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) voltado para Transportes (do tipo SIG-t), conexo ao Sistema de Posicionamento Global (o GPS), potencializando a escolha da melhor rota e a diminuição do tempo, do risco de morbimortalidade e dos custos gerados na prestação do serviço. Neste trabalho, foi testada de forma inicial a viabilidade de utilização de uma ferramenta de otimização de rotas e tempo de operação no SAMU, através de procedimentos de modelagem em transportes, tendo como célula de aplicação uma área previamente escolhida na cidade de João Pessoa - Paraíba.

Palavras-Chave: Roteirização. SIG T. SAMU.

ABSTRACT

The accidents and the violence in the urban way result of the actions and or human omissions, through conditioning technical and or society. In 2005, those occurrences were responsible for about 75% of the total of the deaths for violent causes according to ministry of Health of Brazil. A key element in the attendance to the victims of violence and accidents is the time of displacement, that can change the medical picture in subject of minutes, and to do the difference between to survive or to die, according to the procedures of the adopted during the golden hour. In Brazil, a service that has great importance in this activity it is SAMU - Service of Movable Attendance of Urgency and Emergency, in which the choice of the route to be followed by the ambulance, depends in the great majority of the times of the driver's knowledge on the city and of your intuition on the best road to be proceeded, which a lot of times don't represent the fastest. In this perspective, a route tool associated to the use of a Geographical Information System (GIS) was tested gone back to Transports (of the type SIG-T), related to the Global Positioning System (GPS), to potency the choice of the best route and the decrease of the time, of the morbimortalidade risk and of the costs generated in the installment of the service. In this work, it was tested in an initial way the viability of use of a tool of to optimize of routes and time of operation in SAMU, through modeling procedures in transports, previously tends as application cell an area chosen in João Pessoa - Paraíba.

Word-Key: To Routing. SIG-t. SAMU.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Demonstrativo mundial de mortes segundo a OMS.....	28
FIGURA 02 - Tendência de falecimento nos países segundo a renda.....	29
FIGURA 03 - Busto de Dominique Larrey (1766-1842) – Cirurgião e Chefe Militar.....	42
FIGURA 04 - Modelo de atendimento do SAMU da França.....	47
FIGURA 05 - Representação dos 24 satélites que orbitam a terra.....	70
FIGURA 06 - Aparelho de GPS E-trex (Navegação), Fabricante Garmin, utilizado na pesquisa.....	71
FIGURA 07 - Dados Espaciais ou Geográficos.....	74
FIGURA 08 - Informação de natureza gráfica.....	75
FIGURA 09 - Ligação de entidades de natureza gráfica e de natureza alfanumérica constituindo um banco de dados SIG.....	76
FIGURA 10 - Camadas identificando locais e situações no sentido geográfico dentro de um ambiente SIG.....	77
FIGURA 11 - Tela de trabalho do SIG-t TRANSCAD.....	78
FIGURA 12 - Representação do mapa das vias arteriais e coletoras de João Pessoa com delimitação da área de estudo.....	84
FIGURA 13 - Desalinhamento dos eixos viários no arquivo.....	87
FIGURA 14 - Banco de dados utilizado na modelagem no TRANSCAD.....	89
FIGURA 15 - Registro seqüencial de atendimento realizado.....	94
FIGURA 16 - Área de Estudo.....	95
FIGURA 17 - Rede viária com corredores unitários.....	96
FIGURA 18 - Rede viária do pré-teste.....	97
FIGURA 19 - Rota ponto-a-ponto.....	98
FIGURA 20 - Pontos de coleta de contagem volumétrica.....	101
FIGURA 21 - Camadas de Informações em um SIG.....	145
FIGURA 22 - Registros no banco de dados de linhas e colunas.....	147
FIGURA 23 - Banco de Dados com as Velocidades Médias Operacionais.....	148
FIGURA 24 - Janela de interação com as formulas no Banco de Dados REDE_VIARIA.....	149
FIGURA 25 - Banco de Dados REDE_VIARIA com conversões do tempo.....	151
FIGURA 26 - Total do tempo (número real de segundos).....	152

FIGURA 27 - Ocorrência 01.....	157
FIGURA 28 - Rota sugerida para uma ocorrência real.....	158
FIGURA 29 - Ocorrência 02.....	160
FIGURA 30 - Cruzamento da Av. Max. Figueiredo com a Av. Duarte da Silveira.....	161
FIGURA 31 - Ocorrência 03.....	163
FIGURA 32 - Simulação de rota no TRANSCAD.....	170
FIGURA 33 - Bloco de notas apresentando instruções de percurso da rota.....	170

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01 - Mortalidade por causas externas e tipo de causa. Brasil, 2000.....	31
GRÁFICO 02 - Internações por causas externas, segundo tipo de causa. Brasil, 2000....	32
GRÁFICO 03 - Hospitalizações por causas externas, segundo tipo. Brasil, 2004.....	34
GRÁFICO 04 - Distribuição dos custos de acidentes nas áreas urbanas – Brasil, 2001 (Em R\$ de abril/03).....	35
GRÁFICO 05 - Distribuição dos custos anuais de acidentes de transito por grupo de veículos. Aglomerações urbanas – Brasil.....	36
GRÁFICO 06 - Variação horária de volume de tráfego (intervalos de 15 minutos).....	109
GRÁFICO 07 - Variação horária de volume de tráfego (intervalos de 01 hora).....	110
GRÁFICO 08 - Variação de velocidade após acionamento.....	118
GRÁFICO 09 - Variação de velocidade em corredores viários.....	119
GRÁFICO 10 - Variação de velocidade após atendimento no local da ocorrência.....	120
GRÁFICO 11 - Variação de velocidade em corredor viário.....	121
GRÁFICO 12 - Variação de velocidade / mudança da geometria viária.....	122
GRÁFICO 13 - Variação de velocidade / mudança da geometria viária.....	123
GRÁFICO 14 - Variação de velocidade / mudança da geometria viária.....	124
GRÁFICO 15 - Variação de velocidade / mudança da geometria viária.....	124
GRÁFICO 16 - Variação de velocidade / mudança de tipo de pavimento.....	125
GRÁFICO 17 - Velocidades médias operacionais por tipo de via.....	129
GRÁFICO 18 - Expectativa de comportamento da velocidade.....	168
GRÁFICO 19 - Comportamento real da velocidade.....	169

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Taxas de mortes por 10.000 veículos no mundo.....	35
TABELA 02 - Custos dos acidentes por gravidade do acidente (01/jul/04 a 30/jun/05)..	37

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 - Contagem volumétrica de veículos / Hora.....	107
QUADRO 02 - Aferição de velocidade operacional.....	115
QUADRO 03 - Velocidades médias por tipo de via.....	126
QUADRO 04 - Registro de rotas e ocorrências coletadas.....	130
QUADRO DE FILMAGEM 01 – Interrupção de deslocamento.....	119
QUADRO DE FILMAGEM 02 – Engarrafamento.....	120
QUADRO DE FILMAGEM 03 – Velocidade de Cruzeiro (A).....	121
QUADRO DE FILMAGEM 04 – Velocidade de cruzeiro (B).....	122
QUADRO DE FILMAGEM 05 – Velocidade / Traçado da via.....	123

LISTA DE MAPAS

MAPA 01 - Vias arteriais e coletoras de João Pessoa com delimitação da área de estudo.....	85
MAPA 02 - Localização JPA/PB e Área de Estudo.....	130
MAPA 03 - Ocorrência N°. 01.....	132
MAPA 04 - Ocorrência N°. 02.....	133
MAPA 05 - Ocorrência N°. 03.....	134
MAPA 06 - Ocorrência N°. 04.....	135
MAPA 07 - Ocorrência N°. 05.....	136
MAPA 08 - Ocorrência N°. 06.....	137
MAPA 09 - Ocorrência N°. 07.....	138
MAPA 10 - Ocorrência N°. 08.....	139
MAPA 11 - Ocorrência N°. 09.....	140
MAPA 12 - Ocorrência N°. 10.....	141

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	19
1.2 OBJETIVOS.....	21
1.3 ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	22
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	24

CAPÍTULO 2: ACIDENTES E VIOLÊNCIAS

2.1 INTRODUÇÃO.....	26
2.2 CONTEXTO INTERNACIONAL.....	26
2.3 CONTEXTO NACIONAL.....	30
2.4 O ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR DE EMERGÊNCIA.....	37
2.5 HORA DOURADA - <i>THE GOLDEN HOUR</i>	41
2.6 O SAMU – HISTÓRICO INTERNACIONAL (FRANÇA).....	42
2.7 O SAMU – BRASIL.....	44
2.8 O SAMU JOÃO PESSOA/PB.....	45
2.9 COMENTÁRIOS.....	47

CAPÍTULO 3: REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 INTRODUÇÃO.....	50
3.2 ACESSIBILIDADE.....	50
3.3 MOBILIDADE.....	54
3.4 CIRCULAÇÃO.....	58
3.5 ROTEIRIZAÇÃO.....	60
3.5.1 Introdução ao Conceito.....	60
3.5.2 O Caixeiro Viajante.....	60
3.5.3 O Menor Caminho.....	61
3.5.4 As Experiências Internacionais.....	63
3.6 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG'S).....	64
3.7 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS'S).....	67
3.7.1 Fatores que Afetam a Precisão do Sistema GPS.....	71
3.7.2 Aplicações	72
3.7.3 Limitações	73

3.8 OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) E O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS).....	73
3.9 O SIG TRANSCAD.....	77
3.10 COMENTÁRIOS.....	79

CAPÍTULO 4: PREPARAÇÃO E COLETA DOS DADOS

4.1 INTRODUÇÃO.....	82
4.2 A CIDADE DE JOÃO PESSOA	82
4.3 CONFIGURAÇÃO E USO DA BASE CADASTRAL.....	83
4.3.1 Construção da Base Digital e Seleção da Área para Aplicação do Protótipo....	83
4.3.2 Verificação e Correção do Georeferenciamento da Área Escolhida.....	86
4.3.3 Criação de um Banco de Dados de Linhas e Pontos.....	87
4.3.4 Catalogar os Elementos de Atrito na Via.....	89
4.4 REGISTRO DA VELOCIDADE E DO TEMPO.....	90
4.4.1 Preparação Inicial para a Coleta de Dados.....	90
4.4.2 Coleta a Partir dos Registros de Ocorrências Reais.....	92
4.4.3 Escolha da Área Piloto para Aplicação.....	94
4.4.4 Realização Inicial de um Pré-Teste.....	96
4.5 PERÍODO DE COLETA DOS DADOS	98
4.6 COLETA DE DADOS	99
4.7 COMENTÁRIOS.....	102

CAPÍTULO 5: TRATAMENTO DOS DADOS

5.1 INTRODUÇÃO.....	105
5.2 PLANILHA E GRÁFICO DE IDENTIFICAÇÃO DE HORÁRIO DE PICO.....	105
5.3 VARIÁVEIS DE COMPOSIÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO.....	113
5.4 MATRIZ DE AFERIÇÃO E GRÁFICOS DE VELOCIDADE.....	114
5.5 MAPAS DE REGISTRO DE ROTAS.....	132
5.6 COMENTÁRIOS.....	142

CAPÍTULO 6: ANÁLISE DOS DADOS

6.1 INTRODUÇÃO.....	145
6.2 USO DO PROGRAMA TRANSCAD.....	145
6.2.1 Criação de um Banco de Dados.....	145
6.2.2 Criação de um Banco de Área.....	145

6.2.3 Criação de um Banco de Linhas.....	146
6.2.4 Inserção das Velocidades Médias Operacionais no Banco de Dados.....	148
6.3 COMENTÁRIOS.....	154

CAPÍTULO 7: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

7.1 INTRODUÇÃO.....	156
7.2 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	157
7.3 O COMPORTAMENTO DA VELOCIDADE MÉDIA OPERACIONAL.....	167
7.4 O FUNCIONAMENTO DA FERRAMENTA DE ROTEIRIZAÇÃO.....	170
7.5 COMENTÁRIOS.....	175

CAPÍTULO 8: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1 CONCLUSÕES.....	178
8.2 RECOMENDAÇÕES.....	181

REFERÊNCIAS.....	182
-------------------------	------------

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Ao longo da história, pôde-se observar que o surgimento e o crescimento das cidades brasileiras estão diretamente relacionados as heranças européias trazidas através das grandes navegações. Dentre tantas outras características, o que as diferem de boa parte das cidades daquele continente são as condições de infra-estrutura e a intensidade com que atualmente os problemas se apresentam nos centros urbanos brasileiros.

Aspectos ligados a localização, às características da cidade, uso do solo, traço cultural da população, tamanho de sua área, a disponibilidade de recursos para investimentos em infra-estrutura, as condições climáticas, geográficas e os fatores do quadro físico de cada local, tornam esses espaços peculiares e ímpares.

A ausência de políticas públicas que apresentem soluções eficientes e sólidas, reforça cada vez mais os problemas urbanos decorrentes do processo de crescimento das cidades. Por exemplo, a presença das desigualdades sociais, da fragmentação e segregação sócioespacial, dos acidentes, das violências, do trânsito caótico, da ineficiência e/ou ausência de segurança pública e por fim e não menos importante, os problemas relacionados a saúde pública, que absorvem todas as ocorrências originárias de causas externas e/ou biológicas, no seu mais amplo sentido.

Hoje em dia, a maior parte das mortes e enfermidades estão diretamente relacionadas ao estilo e/ou às condições de vida de cada sociedade. No Brasil, as violências e os acidentes figuram entre as dez principais causas de morte no país, especialmente na faixa que compreende pessoas entre 5 e 49 anos, com grande maioria no público masculino. Lembra-se ainda que essas ocorrências respondem conjuntamente pela maioria das causas de atendimentos hospitalares e internações.

Entretanto os países desenvolvidos estão muito a frente do Brasil na disponibilidade de recursos, meios e serviços que envolvam toda a estrutura hospitalar no atendimento direto às urgências e emergências.

Os problemas decorrentes da falta de infra-estrutura urbana e hospitalar são diretamente percebidos nas estatísticas das emergências hospitalares, sendo considerados ultimamente como um problema grave de saúde pública, que requer intervenção imediata e urgente.

Entre todos esses problemas, o atendimento médico pré-hospitalar é reconhecido como um serviço e uma área de atuação relativamente recente na história da medicina e mais ainda

no ambiente urbano, tendo sido implantado no Brasil a partir do final dos anos 80, conforme modelo francês criado na década de 50.

Vários modelos regionais foram adotados em diversos municípios do país, sendo que, nos últimos dez anos sentiu-se a real necessidade de melhoria e expansão do sistema de atendimento pré-hospitalar, devido à gravidade e a frequência com que esses problemas vêm ocorrendo, o que motivou a criação do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência e Emergência – SAMU no Brasil.

Para o funcionamento eficiente e ideal desse serviço é imperativo considerar o fator tempo, como regulador da eficiência na prestação do serviço. Nesse entendimento, o termo "Hora de Ouro", foi criado no Instituto de Serviços de Emergência Médica de Maryland - USA pelo Dr. Adams Cowley, tido como o pioneiro dos procedimentos atuais no tratamento do trauma.

A filosofia da hora dourada defende que a maioria dos pacientes de traumas vem a falecer de "choque", resultante de um conjunto de complicações decorrentes do acidente e/ou violência associada à demora no atendimento a vítima.

A literatura da área descreve que a maioria desses pacientes poderia ser salva se eles recebessem o devido atendimento dentro do espaço de uma hora. Casos que passassem por mais de uma hora nessas condições teriam enormes probabilidades de se transformarem em fatalidades. Assim, essa hora mundialmente chamada de *The Golden Hour* se inicia no primeiro momento posterior ao que a lesão ocorre.

O exercício da atividade médica de urgência e emergência através de um serviço móvel está diretamente interligada ao tempo gasto durante o deslocamento realizado para alcançar geograficamente o ponto de destino.

O ato de roteirizar depende do menor e do melhor caminho, o que implica em adotar um processo eficiente e ágil na tomada de decisões. A determinação de um ou mais trajetos, com seqüências de paradas ou não, a serem cumpridas por ambulâncias, objetivam visitar um ou mais pontos geograficamente dispersos, em locais aleatórios e imprevisíveis, no menor espaço de tempo de deslocamento possível, baseado nos procedimentos apontados pelo uso da *Golden Hour* nos ambientes urbanos.

Portanto, o tempo de deslocamento torna-se uma chave fundamental para o salvamento e/ou minimização das seqüelas decorrentes dos problemas abordados nos parágrafos anteriores.

A definição do tempo gasto nos roteiros envolve não só aspectos espaciais ou geográficos, mas também temporais, tais como os horários de pico nos sistemas viários urbanos e os problemas de roteirização e de programação de veículos.

Diante do exposto, é importante esclarecer que o processo de roteirização no SAMU no Brasil é realizado de forma intuitiva. O condutor recebe as informações via rádio e em seguida desloca-se para o local de atendimento.

Neste processo devem ser considerados todos os fatores mentais, psicológicos, físicos e de conhecimento do espaço geográfico por parte do condutor, assim como os do local que se deseja atingir.

Como boa parte dos profissionais envolvidos nesta atividade possui jornadas duplas ou até triplas de trabalho, cada vez mais o traçado de rotas ótimas torna-se menos eficiente em função de uma série de variáveis que precisam ser analisadas conjuntamente no menor espaço de tempo possível, o que dificulta e aumenta os riscos para as vítimas de causas externas ou biológicas.

Nesse contexto, surge a necessidade de uma ferramenta de auxílio para melhorar o processo de seleção das rotas, através da obtenção da solução mais adequada para destinos determinados e/ou não previstos na ocorrência atendida naquele momento.

Um problema de decisão nesse campo pede a melhor solução para um determinado conjunto de características no sistema viário, que pode refletir diretamente a realidade local e alterar todo o procedimento de escolha do melhor caminho que se deseja percorrer.

O eixo central da ferramenta de roteirização gira em torno do auxílio na escolha da melhor rota, equacionado o tempo e a distância, através das melhores velocidades operacionais obtidas o que poderá trazer agilidade no socorro e conforto de deslocamento para os pacientes nos casos mais graves.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo primordial dessa pesquisa é contribuir para diminuição do agravamento do estado de saúde das vítimas de causas externas e biológicas no espaço urbano, por meio da redução do tempo de deslocamento das ambulâncias no Serviço de Atendimento Móvel de Urgência no socorro as vítimas.

Para tanto se pretende:

1. Quantificar o volume de trânsito em horários alternados em vias arteriais e coletoras pré-selecionadas na área de estudo;
2. Utilizar uma plataforma de um Sistemas de Informações Geográficas (SIG) associada a uma base cartográfica que possibilite a sugestão de rotas principais e/ou alternativas para o deslocamento das ambulâncias quando no atendimento de urgências e emergências;
3. Identificar como o uso deste modelo pode ser útil para agilizar o procedimento de atendimento as urgências, equacionando as variáveis: Velocidade, tempo e distância; e
4. Apresentar e disponibilizar os resultados obtidos com a pesquisa, para abastecer de dados e informações estudos relacionados às atividades decorrentes do transporte na eficiência do pré-atendimento médico hospitalar no perímetro urbano.

1.3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para a escolha da abordagem metodológica, das técnicas e dos procedimentos utilizados recorreu-se ao conhecimento das ciências de um modo geral, percebendo que dentro de uma visão multidisciplinar, o objeto a ser estudado é derivado de um comportamento real: o processo de roteirização. Para tanto, quanto mais fossem adequados e precisos os métodos utilizados, mais rápido seriam obtidas respostas que desejava-se conhecer.

Nesta pesquisa, a forma, o método e instrumentos delinearam o processo de investigação. Entretanto, não foi necessário desconsiderar por completo o senso comum, obtido através da experiência dos profissionais que conduzem os veículos.

Embora o senso comum seja considerado por alguns autores como superficial, sensitivo, subjetivo, assistemático e acrítico, o ponto de partida de uma pesquisa pode estar justamente nele.

Neste caso, partiu-se da realização de rotas escolhidas pelos condutores do serviço de urgência e emergência do SAMU em João Pessoa, onde os critérios de roteirização enquadravam-se em todas as classificações apontadas.

Como o conhecimento científico diferencia-se do popular pelo contexto metodológico, o conteúdo da pesquisa observou as necessidades e os acontecimentos identificados como objeto, através das necessidades apontadas pelo senso comum dos condutores do SAMU João Pessoa.

A análise e o processamento das informações foram realizados pela vertente real (factual), sistemática, verificável e falível, pois tinha-se no início da pesquisa apenas hipóteses de pesquisa que precisavam ser analisadas, confirmadas ou refutadas, através de situações originárias de fatos reais.

A importância do conhecimento no âmbito científico, transcende os fatos quando consegue-se levar o conhecimento além deles, analisando, inferindo e detectando o que pode estar por trás dos acontecimentos ou dos comportamentos. Nesta linha investigou-se o que influenciava diretamente na escolha da rota e como poder-se-ia otimizar o tempo de resposta no atendimento as violências e acidentes.

No sentido dessa afirmação, buscou-se propor a utilização de uma ferramenta de otimização de rotas, distâncias, velocidades e de tempo de resposta no SAMU, combinando o uso de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) ao Sistema Global de Posicionamento (*Global Positioning System - GPS*), através de procedimentos de modelagem em transportes em uma plataforma integrada.

Baseado no método experimental de Galileu Galilei e, em função do fator tempo para conclusão do trabalho, norteou-se o foco da pesquisa científica no levantamento de relações quantitativas no processo de roteirização, adequado-as aos procedimentos de modelagem computacional de rotas, chegando aos resultados por intermédio da observação e análise do número amostral de casos particulares reunidos.

As principais etapas para o desenvolvimento da pesquisa foram: a observação através do registro de ocorrências reais, a análise feita através do tratamento inicial dos dados coletados, a indução do número de hipóteses para realização de pré-testes, a verificação pela realização de testes, a generalização indutiva pela obtenção dos resultados em função da amostra de escolha de rotas e a verificação das hipóteses através uso da ferramenta de roteirização.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação está dividida em 09 capítulos, sendo o presente denominado de Introdução, contendo as informações básicas do trabalho.

No transcorrer do Capítulo 2 são feitas abordagens sobre os acidentes e as violências, no contexto internacional e nacional, aborda-se após esses itens, um pouco da história do atendimento pré-hospitalar de urgência e emergência, a importância da *golden hour* e, o histórico do SAMU internacional e nacional.

O conteúdo do Capítulo 3 denota as referências teóricas que embasaram a pesquisa, trabalhando os conceitos de Acessibilidade, Mobilidade, Circulação, Roteirização, Sistemas de Informações Geográficas, Sistema de Posicionamento Global, Interação entre Sistemas de Informações Geográficas e Sistemas de Posicionamento Global, e por fim uso do SIG-T TRANSCAD.

A preparação, o tratamento e a análise dos dados são descritos nos Capítulos 4, 5 e 6 respectivamente. Nesses capítulos, são feitas abordagens que descrevem desde a listagem do material a ser utilizado, até a criação de sentenças matemáticas que possibilitassem ao programa realizar conversões e recálculos de dados numéricos, transformados em informações espaciais através de agrupamento e combinação de variáveis exibidas por meio de vetores.

No capítulo 7, trabalha-se a discussão dos resultados transversalmente analisando a identificação do problema, o comportamento da velocidade média operacional e o funcionamento da ferramenta de roteirização, sendo finalizado através de comentários gerais sobre os itens acima relacionados.

As conclusões presentes no Capítulo 8 trazem os olhares resultantes das respostas obtidas ao longo do trabalho, assim como ficam registradas nesse capítulo sugestões para trabalhos futuros que desejem contribuir para melhoria e/ou reformular a ferramenta trabalhada nesta pesquisa.

CAPÍTULO 2

ACIDENTES E VIOLÊNCIAS

2.1 INTRODUÇÃO

A globalização promoveu e ainda promove novas formas de comportamento, sejam elas na economia, na área tecnológica, nas comunicações, na saúde e/ou no modo de vida das pessoas.

Nesse sentido as hospitalizações, sejam elas por causas naturais ou externas que incidem sob determinada população, refletem-se diretamente na economia nacional e estão de maneira geral associadas a forma de desenvolvimento do país.

Os aspectos relacionados aos acidentes e as violências, quando comparados às doenças crônicas e degenerativas, configuram na atualidade um quadro grave nos problemas relacionados à saúde no mundo e no Brasil.

Assim, o Capítulo 2 destaca abordagens teóricas sobre aspectos que envolvem as características ligadas aos fatores que originam as hospitalizações. Relatando o valor do atendimento pré-hospitalar de emergência, associado à importância da redução do tempo gasto para iniciar a efetivação dos atendimentos médicos de urgência, que objetivam reduzir as seqüelas, nas vítimas desses eventos.

O capítulo destaca ainda, a origem e a importância do conceito da hora dourada (*The golden hour*), como também sua utilização nos serviços médicos de emergência, fazendo uma breve explanação sobre as raízes históricas e a criação dos serviços móveis de urgência e reanimação (SMUR) na França e a sua implantação e atuação no Brasil através do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU).

2.2 CONTEXTO INTERNACIONAL

Em todo mundo os acidentes e as violências sempre estiveram presentes ao longo da história da humanidade. Porém nos dois últimos séculos, os organismos mundiais de pesquisa têm se empenhado em maior grau a fim de compreender que causas não naturais são responsáveis pelo maior número de mortes no mundo.

Para compreender tal fenômeno, a Organização Mundial de Saúde (OMS), publicou em março de 2007, na sua *Hoja descriptiva N.º. 310 – Programas y Proyectos*¹, um relatório que apontava as 10 principais causas de falecimento conforme o grupo de renda de cada país.

Segundo o relatório, nos países de alta renda, as dez causas de maior falecimento estão diretamente ligadas a fatores de origem biológica. Nos países de renda média, as causas de origem biológica aparecem em primeiro juntamente com as disfunções oriundas das imunodeficiências e, em sexto lugar os acidentes de trânsito, que matam cerca de 600 mil pessoas por ano com uma média um pouco maior que a dos países de baixa renda em função do poder aquisitivo de seus habitantes.

Nos países de baixa renda, uma das causas mais preocupante de acordo com a OMS, são os acidentes de trânsito, que só perdem para as causas de origem biológica (doenças respiratórias, AIDS, etc.). Os dados apontam que por ano os acidentes nos países de baixa renda matam aproximadamente 1.830.000 pessoas.

Conforme a OMS (2007), tomando-se aleatoriamente uma população estimada de 1.000 indivíduos, de acordo com as principais causas de morte no mundo, desse total, 138 morariam em países de alta renda, 362 morariam em países de renda média e 501 em países de baixa renda, as 10 principais causas de mortes nesses grupos de países, seriam representadas pela quantidade de pessoas que faleceram dentro dos grupos conforme as causas externas e de morbimortalidade² (Figura 01).

Por outro lado, ainda segundo a OMS (2007), um dado de grande importância é o do perfil de tendência na idade das pessoas que vem a óbito (Figura 02). Esse dado demonstra diretamente o potencial de perda produtiva e econômica para um determinado país se, a faixa de falecimento figurar dentro do perfil de idade que está no período de vida economicamente ativa dos indivíduos.

Um país, ao apresentar tendência de taxa de mortalidade alta na faixa de indivíduos economicamente ativos, enfrentará em um futuro próximo, grandes problemas de disponibilidade de mão obra e de perdas de capitais intelectuais, o que afeta diretamente os centros urbanos, locais que mais concentram pessoas pelo fato de empregar maior quantidade de mão de obra em suas atividades, comerciais, industriais e de serviços.

¹ Material disponível através do Centro de Imprensa da OMS / (em meio digital). Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/es/print.html>>. Acesso em: Mar-2007.

² Cada balão com o indicador numérico ao lado, representa os indivíduos e indica o número de mortes por morbimortalidade e causas externas.

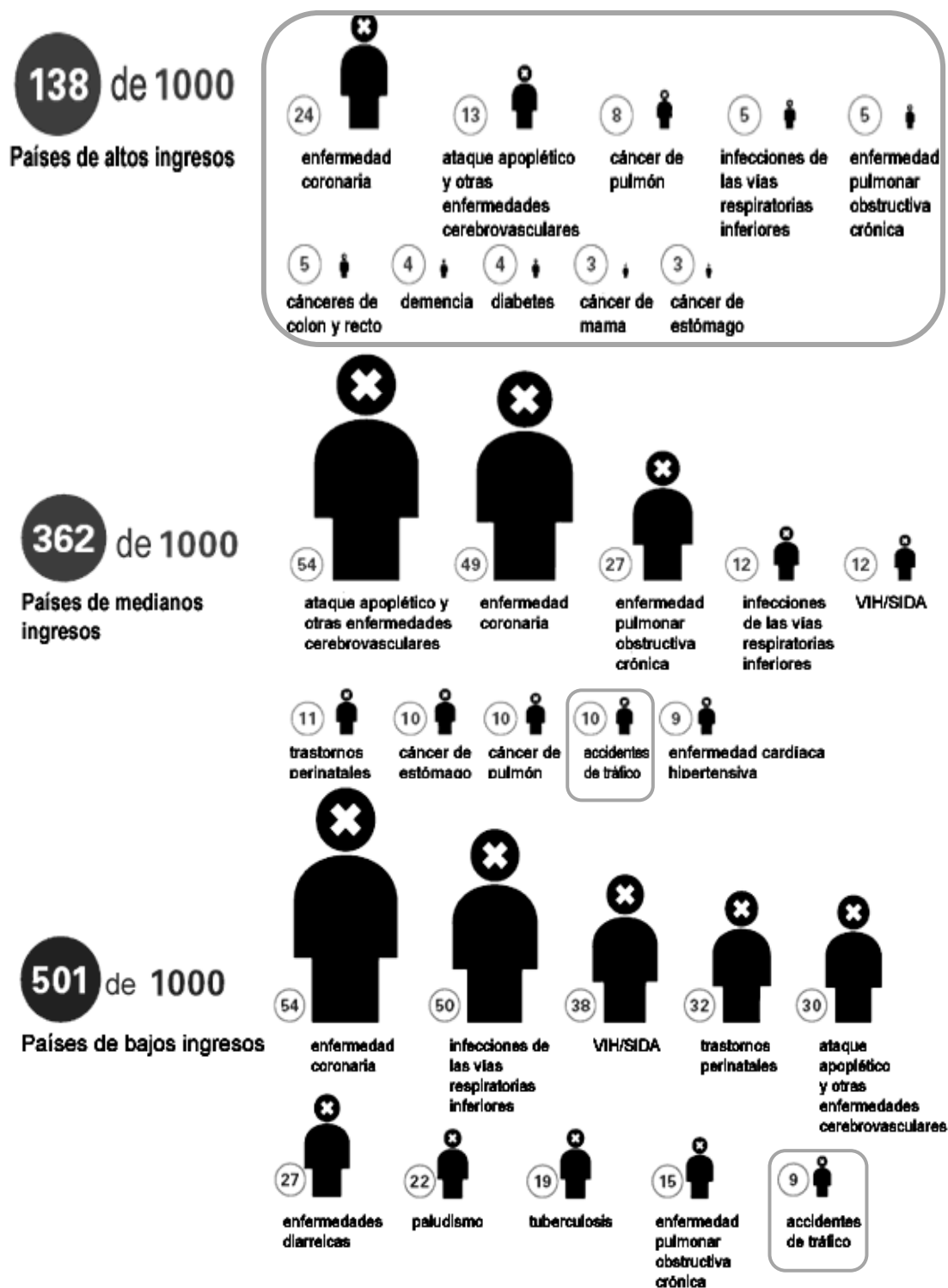


FIGURA 01 - Demonstrativo mundial de muertes segundo a OMS
FONTE: Adaptado de Folha Descritiva, Nº 310, Mar 2007.

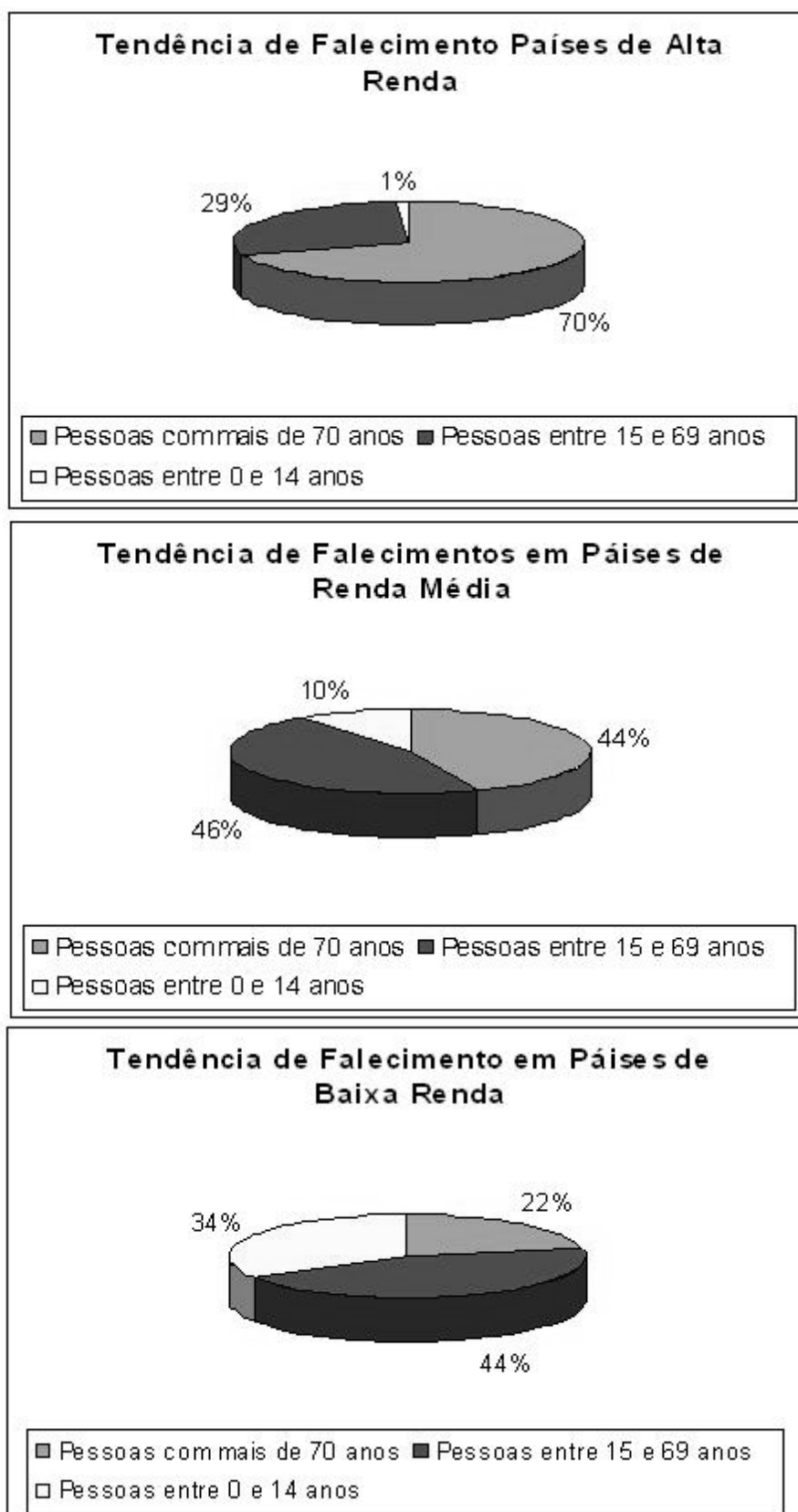


FIGURA 02 - Tendência de falecimento nos países segundo a renda
FONTE: Adaptado de OMS/Folha Descritiva, Nº. 310 Mar. 2007.

O fato de se quantificar o número de pessoas que morrem todos os anos e de saber quais motivos causaram as mortes, não serve somente para medir de que modo que as doenças diferentes e traumatismos afetaram às condições de vida, mas também é um dos meios mais eficazes e importantes de avaliar a efetividade do sistema de saúde de um país (OMS, 2007).

Ter esses dados pode ajudar às autoridades sanitárias a descobrir se as medidas adotadas por eles efetivamente promovem melhorias ou amenizações no tocante a saúde pública dentro do ambiente urbano (OMS, 2007).

Os países industrializados possuem diversos sistemas de avaliação das causas de morte da população. Na maioria dos países em desenvolvimento faltam esses sistemas, e o número de mortes e suas causas são calculadas a partir de dados incompletos (OMS, 2007).

2.3 CONTEXTO NACIONAL

A partir da construção e do entendimento técnico dos conceitos de acidentes e violência pelas sociedades, observa-se que ao longo da história esses fatos resultaram de ações e/ou omissões humanas, potencializados por condicionantes técnicos e sociais que se expandiram desde as mudanças nos padrões de consumo, até os traços culturais herdados por cada povo nos dias atuais.

Esses tipos de acontecimentos configuram-se como problemas de engenharia urbana e de saúde pública, quando provocam fortes impactos na morbimortalidade da população brasileira, principalmente no campo econômico, onde relacionam-se os custos aos prejuízos diretos e indiretos em valores monetários e à população do país.

O impacto econômico dos acidentes e das violências no Brasil pode ser medido diretamente nos gastos hospitalares com internação. Em 1994, esses gastos corresponderam a R\$ 287.000.000,00 representando aproximadamente 0,07% do Produto Interno Bruto do país (LUNES, 1997).

Embora esses valores sejam subestimados devido à desconexão das informações hospitalares, estima-se que hospitalizações por lesões e violências representam um gasto/dia cerca de 60% superior à média geral das demais internações (LUNES, 1997).

Em 2000, as causas externas no Brasil representaram 5,2% do total das internações realizadas no país. Os resultados obtidos nos Gráficos 01 e 02 a seguir, dizem respeito ao universo dos 118.367 óbitos por causas externas ocorridos no Brasil no ano de 2000 e

652.249 internações por essas causas realizadas pelo SUS, que cumpriam os critérios para inclusão no banco de dados DATASUS (GAWRYSZEWSKI *et al.*, 2004).

Como exigem numerosos gastos hospitalares, as causas externas vêm se tornando um significativo ônus para as populações não só no Brasil como também em todo o mundo. Diminuir a morbimortalidade é um dos principais desafios para a saúde pública neste início de século.



GRÁFICO 01 - Mortalidade por causas externas e tipo de causa. Brasil, 2000
FONTE: DATASUS - Adaptado de (GAWRYSZEWSKI, *et al.*, 2000).

Como demonstra o Gráfico 01, dentre as seis principais causas de mortalidade por causas externas no Brasil, os homicídios lideram as estatísticas com 38% das ocorrências em 2000, logo em seguida os demais acidentes de transporte respondem por mais 25% dos falecimentos, não obstante as demais acidentes integram o 3º lugar entre as principais causas de morte no país.

Entre as vítimas fatais, observou-se certo padrão de equilíbrio entre os componentes intencional (homicídios e suicídios) e não-intencional (eventos relacionados ao transporte, quedas e demais causas), entre as vítimas hospitalizadas, o componente não-intencional é preponderante, 89,4% dessas causas (GAWRYSZEWSKI *et al.*, 2004).



GRÁFICO 02 - Internações por causas externas, segundo tipo de causa. Brasil, 2000

FONTE: DATASUS. - Adaptado de (GAWRYSZEWSKI, *et al.*, 2000).

No Gráfico 02, novamente as internações mantêm uma relação de causa-efeito muito próxima das origens dos acidentes e violências. Internações por quedas respondeu por 44% dos registros, os demais acidentes por 28% e acidentes com transporte por 18%. Logo se percebe que os acidentes e as violências são elementos-chave na contribuição para a ocorrência de tais fatos, onde no caso do Gráfico 02 as quedas em sua maioria resultaram de acidentes de origens adversas.

Na pesquisa realizada por Gawryszewski, *et al.*, (2004), não foram contabilizados os dados referentes a hospitais não credenciados a rede SUS, dados de agressões e maus tratos e os acidentes de trabalho não informados a previdência social, em virtude das falhas burocráticas nos serviços municipais, estaduais e federais.

Muitas e diversas estratégias de prevenção vêm se mostrando efetivas por todo o mundo, tais como a utilização de cintos de segurança nos carros, melhoria nas leis de trânsito, as campanhas educativas sobre o consumo de álcool, entre outras.

A prevenção necessita de uma abordagem multidisciplinar e intersetorial, no entanto inicialmente é importante aumentar a compreensão do problema obtendo informações completas sobre os traumas e lesões fatais e não-fatais que ocorrem em cada região e estado do país através da unificação das bases de dados (GAWRYSZEWSKI *et al.*, 2004).

Por esses e outros fatores os acidentes e as violências causam impactos sócio-econômicos muito severos, embora conceitualmente distintos. Quando voltados para o ambiente urbano, esses acontecimentos representaram cerca de 75% do total das mortes por

causas violentas segundo o Ministério da Saúde no Brasil em 2005, especialmente nos casos relacionados aos acidentes e as violências no ambiente urbano.

Vários estudos apontam atualmente a violência sendo considerada como um problema universal presente no dia-dia das pessoas. O Brasil em 2004 ocupava o terceiro lugar entre os países com os maiores coeficientes de mortalidade por homicídios do mundo. As taxas brasileiras somente são superadas pelas da Colômbia e de El Salvador (GAWRYSZEWSKI *et al.*, 2004).

Nos dias atuais a questão das violências e dos acidentes tornou-se uma preocupação de todas as sociedades. Esses problemas demonstram seu maior impacto através da leitura dos dados indicadores de mortalidade do que nos de morbidade. As composições desses dados denunciam altas proporções de uso das armas de fogo, assim como de outros meios para realizara e consumir as agressões, exibem também as formas mais freqüentes de ocorrência de acidentes (GAWRYSZEWSKI *et al.*, 2004).

As causas de hospitalizações no Brasil refletem intimamente os reflexos das causas externas geradoras de tal demanda. Um apanhado de acidentes e violências evidenciam que as quedas e os acontecimentos relacionados a transporte lideram o *ranking* de causas geradoras de atendimentos, respondendo por 44% e 18% respectivamente. Através dos demais indicadores, observa-se que muito se tem a fazer, a fim de tentar minorar essas estatísticas e promover saúde no ambiente urbano.

No Brasil ocorrem cerca de 45 mil mortes/ano (incluindo os casos das vítimas que vem a óbito após 24 h do acidente, oficialmente, são 26.000 mortes e em 99 foram 23.000). Em média, a cada 22 minutos decorridos, morre uma pessoa em acidente de trânsito, e a cada 07 minutos ocorre um atropelamento. A cada 57 segundos acontece um acidente de trânsito (ACIDENTE DE TRÂNSITO, 2007).

A possibilidade de ocorrência de um acidente ou de uma violência e o risco de exposição a ele, são determinados por falhas de diversas ordens ou por comportamentos humanos. Dentre os fatores de ordem biológica dos indivíduos e de violência, os acidentes de trânsito são uma das formas mais traumáticas e agressivas à vida, figurando como a segunda principal causa de mortes não naturais entre os jovens brasileiros nas grandes cidades (VIDAS PERDIDAS, 2007).

Segundo as estatísticas, 34% das mortes no trânsito atingem jovens entre 15 e 29 anos, e na maioria das vezes, a vítima é do sexo masculino. Em 1999, foram mais de dez mil mortes no trânsito, de jovens que tinham entre 15 e 29 anos. Estudos realizados pela coordenação do Departamento de Estatísticas da Universidade de Brasília, revelou que os homens estão mais

vulneráveis, apontando que dos 20 aos 29 anos o risco de morrer em um acidente de trânsito é seis vezes maior para os homens do que para as mulheres (VIDAS PERDIDAS, 2007).

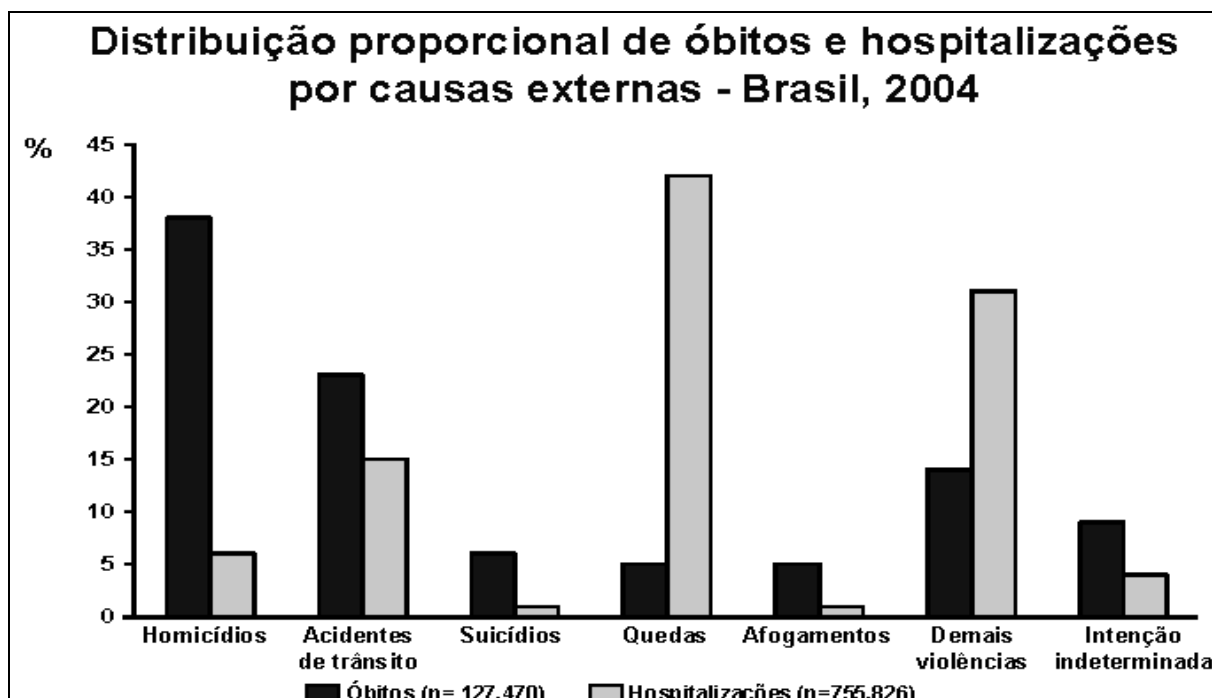


GRÁFICO 03 - Hospitalizações por causas externas, segundo tipo. Brasil, 2004.

FONTE: BRASIL – Ministério da Saúde (SIM/SIH)

Segundo o relatório do IPEA (2003), o Brasil figura como o quinto colocado mundial em números de mortes a cada 10.000 veículos em circulação (Tabela 01). Isso representa em termos práticos, 05 vezes o número do Japão e 03(três) vezes e meia o índice dos EUA, que possui a maior frota automobilística do mundo atualmente.

Os acidentes de trânsito no ano de 2001 somaram um custo na ordem de R\$ 3,6 bilhões, a preços de abril de 2003, para as 49 áreas urbanas consideradas no estudo. Conforme o relatório executivo do IPEA, no caso da avaliação desse total de áreas urbanas, os custos passam de 3,6 para R\$ 5,3 bilhões. Esses valores resultam somente dos acidentes ocorridos em área urbana (Gráfico 04).

TABELA 01 - Taxas de mortes por 10.000 veículos no mundo

País	Mortes por 10 mil veículos
Japão, 2000 ¹	1,32
Alemanha, 2000 ¹	1,46
Estados Unidos, 2000 ¹	1,93
França, 2000 ¹	2,35
Turquia, 2000 ¹	5,36
Brasil, 2000 ²	6,80
Chile, 1993 ³	14,80
Índia, 1996 ³	21,00
China, 1994 ³	26,20
Zâmbia, 1992 ³	85,00

Notas: ¹ OECD, 2002;
² Denatran, 2001;
³ Banco Mundial.

FONTE: Adaptado de IPEA/2003. Relatório executivo. Brasília/DF.

Pelo fato da pesquisa ter sido realizada apenas em aglomerações urbanas, os custos dos acidentes ocorridos em rodovias fora do perímetro urbano não foram incluídos, ainda que esses acidentes sejam mais graves, embora menos numerosos (IPEA, 2003).

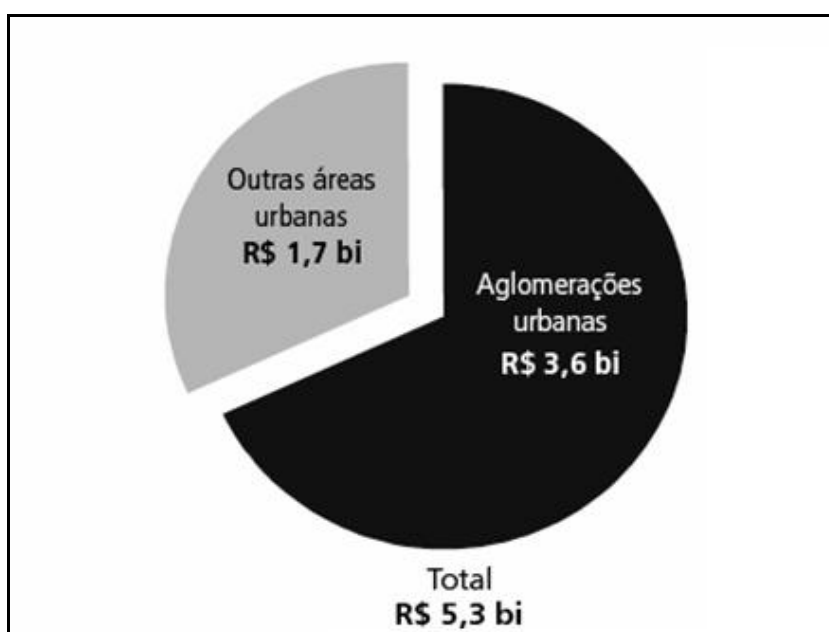


GRÁFICO 04 - Distribuição dos custos de acidentes nas áreas urbanas – Brasil, 2001 (Em R\$ de abril/03).

FONTE: Adaptado de IPEA/2003 Relatório executivo. Brasília – DF.

O relatório aponta os custos de acidentes de trânsito envolvendo os veículos de forma estratificada por tipo de veículo (Gráfico 05), observando-se que existe proporção entre o tamanho da frota, a ocorrência de acidentes e os custos no ambiente urbano (IPEA, 2003).

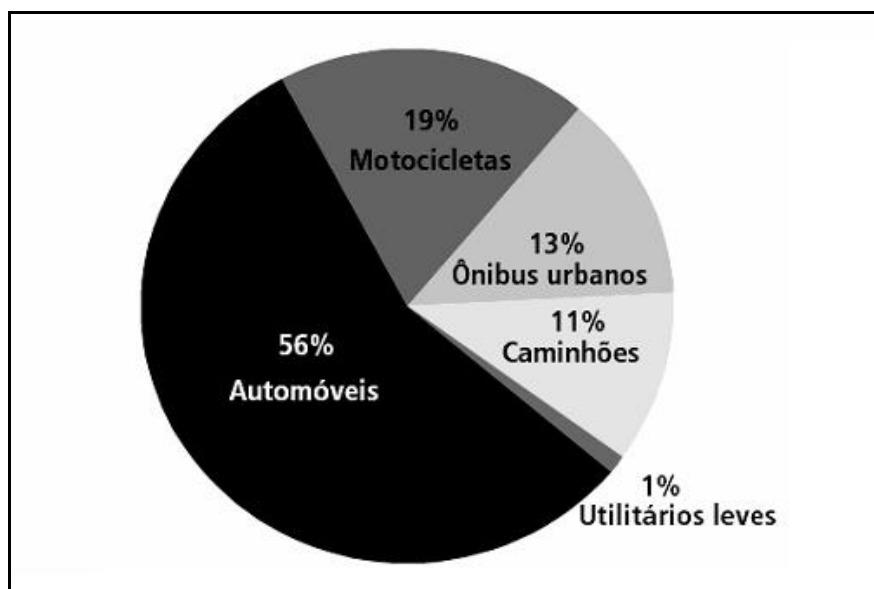


GRÁFICO 05 - Distribuição dos custos anuais de acidentes de trânsito por grupo de veículos. Aglomerações urbanas - Brasil

FONTE: Adaptado de IPEA/2003. Relatório executivo. Brasília – DF.

Os custos com acidentes evoluíram de forma rápida e progressiva, segundo o novo relatório executivo do IPEA em 2006. Os montantes passaram de 5,3 bilhões de reais em áreas urbanas, para cerca de 6,5 bilhões de reais, a preços de dezembro de 2005.

Esses valores foram obtidos apenas na contabilização das ocorrências em rodovias federais, que em muitos casos integram hoje artérias de trânsito nas grandes cidades brasileiras em função da expansão da malha urbana.

Os custos totais vistos sob a ótica da gravidade dos acidentes, foram distribuídos durante a pesquisa em: acidentes sem vítima, com 17,7%; acidentes com vítima, com 48,8%; e acidentes com fatalidade, com 33,5% (IPEA, 2006).

As estimativas também mostraram que, nos acidentes classificados pela Polícia Rodoviária como sem vítimas, o custo médio padrão foi de R\$16.840,00 por acidente (Tabela 02), em valores de dezembro de 2005. Os acidentes com vítima e os acidentes com fatalidade tiveram um custo médio padrão, respectivamente, 05 vezes e 25 vezes maior que os valores apresentados nos estudos anteriores realizados em 2005, (IPEA, 2006).

TABELA 02 - Custos dos acidentes por gravidade do acidente (01jul/04 a 30 jun/05)

Nível de Gravidade do Acidente	Número de Casos	Custo Total (R\$ de dez/05)	%	Custo Médio (R\$ de dez/05)
Sem vítima	68.423	1.152.269.508	17,7	16.840
Com vítima	36.966	3.180.258.879	48,8	86.032
Com fatalidade	5.210	2.179.556.664	33,5	418.341
Todos	110.599	6.512.085.051	100,0	58.880

FONTE: Executivo – Brasília: IPEA/DENATRAN/ANTP, 2006.

2.4 O ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR DE EMERGÊNCIA

Os cuidados pré-hospitais que exigem a inclusão da qualidade no resgate e transporte rápido, envolvendo medidas intervencionistas com a participação de médicos, são, ainda, motivos de controvertidas opiniões quando se discute os benefícios para a sobrevivência do politraumatizado (SANTOS, 2007).

Todo sistema de cuidados pré-hospitais tem um tempo definido e fixo no qual a equipe chega ao local, desce a maca da ambulância, avalia a situação, obtém os sinais vitais das vítimas, providencia as intervenções necessárias e transporta o paciente para o tratamento definitivo. No tempo gasto nesse processo, não está incluído aquele que se dispensa com a retirada da vítima do meio das ferragens, nem com a imobilização da coluna vertebral. (SANTOS, 2007).

Segundo Santos (2007),

[...] Para que não haja atraso e o tratamento definitivo seja feito dentro da primeira hora, a partir do momento da ocorrência [...] Os estudos dos efeitos do atendimento pré-hospitalar, em grupos pequenos de pacientes, têm resultados que variam com o tempo gasto no cenário. Quando a equipe de resgate gastou 10 minutos para o atendimento e o transporte, a sobrevivência foi de 83%, mas quando o atendimento local prejudicou o transporte, elevando o tempo para mais de 25 minutos, não houve sobreviventes. A conclusão foi que o retardo, por causa de procedimentos intervencionistas levado a efeito no cenário, contribuiu para a morte dos pacientes.

Se a demora na remoção ocasionada por intervenção médica no local pode acarretar prejuízos à vida das pessoas, o retardo na remoção significa mais ainda a potencialização do risco de morte da vítima.

Nessa linha, pode-se observar que atualmente o uso das novas tecnologias permite suficientemente ao sistema de atendimento pré-hospitalar operar em veículos com uma UTI (unidade de tratamento intensivo) sobre rodas.

Essa operação de socorro, só será eficiente se somente se os aparatos tecnológicos da medicina de urgência conseguirem chegar em tempo hábil ao local dos acidentes ou violências. Assim de nada adianta ter tecnologia disponível se não se têm a disposição um sistema de deslocamento que permita eficiência na escolha da rota ou do trajeto.

Considera-se o atendimento pré-hospitalar como toda e qualquer assistência realizada, direta ou indiretamente, fora do âmbito hospitalar, através dos diversos meios e métodos disponíveis e com uma resposta adequada à solicitação, a qual poderá variar de um simples conselho ou orientação médica, ao envio de uma viatura de suporte básico ou avançado ao local da ocorrência, visando à manutenção da vida e/ou a minimização das seqüelas (LOPES; FERNANDES, 1999).

Nesse contexto, o crescimento globalizado e acelerado dos centros urbanos, fez com que a sociedade passasse a refletir através de seu comportamento o atual estado do desenvolvimento de suas bases estruturais.

Dentre as formas mais diversas de expressão desses fatores, certamente a gravidade dos acidentes e das violências é uma das maneiras mais visíveis da materialização dos fatos e uma das formas de sinalizar a ineficiência do estado.

Na ótica de Minayo (1990, p. 65),

A violência apresenta-se, nesta década, como fenômeno cujas facetas são objeto de apreensão no cotidiano, pelo desencadeamento de temor generalizado aos assaltos, seqüestros e assassinatos. Ela também passa a ser objeto de reflexão por parte de várias áreas do saber, entre elas a Saúde Pública, pelo papel que assume diante da morbimortalidade, vitimizando crianças, jovens, adultos e idosos indiscriminadamente.

Justificadamente, fica claro que a violência e os acidentes vitimam indivíduos independentemente de cor, idade, sexo, crença e etc. Porém, é dever do estado prover a sociedade, se não a solução imediata do problema, ao menos, melhorar a prestação do socorro

às vítimas desses acontecimentos. É sabido pelos diversos órgãos de urgência e emergência, o quanto é importante à prestação do socorro médico no período convencionado de *Golden Hour*.

Além das complicações médicas, como o choque e outros traumas, podem acontecer agravos severos que acentuem o quadro de risco de morte, onde se o paciente não for administrado e/ou socorrido adequadamente por um especialista no menor espaço de tempo possível, ocorrerá o óbito.

É necessário transportar a vítima tão logo seja possível, para os especialistas que se encontram nos centros de trauma e emergências hospitalares, isto porque, alguns danos podem causar à(s) vítima(s) de politraumas seqüelas irreversíveis, pela hipótese de não ter sido socorrida rapidamente entre o intervalo de tempo compreendido, entre o acontecimento da violência ou acidente e a estabilização e tratamento do quadro.

Este tempo de socorro, foi convencionado a uma fração padrão de até 60 minutos, após esse intervalo, a taxa de sobrevivência para pacientes traumáticos tende a diminuir de forma acentuada.

O Ministério da Saúde – Brasil (2005, p.8), publicou na Política Nacional de Redução da Morbimortalidade por Acidentes e Violências o seguinte texto:

Os acidentes e as violências configuram, assim, um conjunto de agravos à saúde, que pode ou não levar a óbito, no qual se incluem as causas ditas acidentais – devidas ao trânsito, trabalho, quedas, envenenamentos, afogamentos e outros tipos de acidentes – e as causas intencionais (agressões e lesões autoprovocadas). Esse conjunto de eventos consta na Classificação Internacional de Doenças – CID (OMS, 1985 e OMS, 1995) – sob a denominação de causas externas. Quanto à natureza da lesão, tais eventos e/ou agravos englobam todos os tipos de lesões e envenenamentos, como ferimentos, fraturas, queimaduras, intoxicações, afogamentos, entre outros.

Tem-se então, um dimensionamento das causas geradoras da demanda do serviço, enfatizado que pelo padrão de ocupação do país, fato este que potencializa exponencialmente a demanda do serviço e a ele agrega as questões de infra-estrutura e engenharia urbana, dependendo diretamente dos aspectos estruturais e funcionais da mesma.

Segundo ainda o Ministério da Saúde – Brasil (2005, p.9):

Na década de 80, as mortes por acidentes e violências passaram a responder pela segunda causa de óbitos no quadro de mortalidade geral, ensejando a discussão de que se tratava de um dos mais graves problemas de saúde pública a ser enfrentado. A partir de então, essas mortes representam cerca de 15% dos óbitos registrados no País, perdendo apenas para as doenças do aparelho circulatório. Em 1996 e 1997, os acidentes e as violências foram responsáveis por, aproximadamente, 120 mil óbitos anuais.

Como mostram os indicadores, essa incidência ocasiona uma reação em cadeia, onde a frequência de ocorrência, juntamente com a prestação do socorro e do transporte de emergência ineficaz, traz consigo enormes custos agregados aos cofres públicos. Sabe-se ainda que os prejuízos diretos e indiretos à população, se mantêm ao longo do tempo em franca ascensão.

Tamanha é a urgência neste setor, que como mostra o texto acima citado às violências e acidentes só perdem em número de mortes para as causas oriundas do aparelho circulatório.

O descaso com este problema tem trazido altos custos à sociedade, assim toda e quaisquer medidas que visem mitigar este problema, principalmente as de engenharia urbana, podem ao longo do tempo contribuir para desonerar tais despesas.

Notadamente observa-se que a maior concentração dos acidentes e das violências é visível nas áreas urbanizadas, onde acumulam a maior parte do total das mortes por causas violentas. Nas áreas rurais, entretanto, o fenômeno está também presente, embora a sua gênese e as suas manifestações sejam diversas e pouco investigadas (BRASIL, 2005).

A desconexão de registros e procedimentos entre os órgãos, mascara e de certa maneira desconfiguram a gravidade do problema, pois sabe-se que o número real de ocorrências está muito acima do número informado pelos órgãos gestores.

Contextualizando o problema localmente, a Revista dos Transportes Públicos da Agência Nacional de Transportes Públicos – ANTP, traz um artigo de Andrade, *et al.*, (2004, p. 95-104) onde prova-se que:

[...] João Pessoa – Pb revelou diferenças bastante elevadas no número de vítimas segundo as fontes de informações consideradas. Por exemplo, a quantidade de vítimas registradas pelos órgãos foi apenas 17,3% do que os hospitais atenderam. No caso específico de atropelamento, esse percentual foi ainda menor: 7,7%. Ou seja, as suspeitas que motivaram o estudo foram confirmadas. As estatísticas geradas a partir dos órgãos responsáveis pelos registros dos acidentes de trânsito são muito inferiores à realidade[...].

Frente à gravidade que representa os acidentes e as violências, faz-se necessário possuir um serviço de socorro moderno, ágil e eficiente, não só em termos de logística, mas também, na execução do transporte, do atendimento e na remoção das vítimas.

Um fato relevante quanto à prestação desse serviço, é a ausência de sistemas de roteirização específicos para veículos de emergência. O SAMU nacional não dispõe de sistemas de navegação com sugestão de rotas, que priorizem o deslocamento de veículos de urgência e emergência segundo consulta feita em Dez/2006 ao Ministério da Saúde do Brasil.

2.5 HORA DOURADA - *THE GOLDEN HOUR*

Na medicina militar e de guerra, o conceito *Golden Hour* trabalha sob a perspectiva de que os primeiros 60 minutos após a ocorrência de um evento que possa comprometer a vida de um indivíduo, podem definir as chances de sobrevivência da vítima, caso receba os cuidados essenciais em um centro médico de operações dentro do intervalo adequado de tempo após uma grave lesão (LERNER, 2001).

Atualmente, tem-se questionado rigidamente a real validade do procedimento chamado de *golden hour*. Alega-se que ainda não é possível definir medicamente com precisão a quantidade de minutos e/ou segundos de tempo de sobrevivência de um indivíduo quando exposto a um acidente ou violência de natureza grave.

Sendo um procedimento amplamente divulgado durante a 1ª. Guerra por militares franceses, seu principal objetivo era proporcionar o atendimento médico no menor intervalo de tempo possível, pois durante as campanhas constatavam-se naquela época as chances de sobrevivência reduziam drasticamente após 01 hora da ocorrência do acidente e/ou violência quando a vítima não era socorrida (TRAUMA, 2007).

O termo “*Golden Hour*”, foi criado no Instituto de Serviços de Emergência Médica de Maryland - USA pelo Dr. Adams Cowley. Tido como o médico pioneiro dos procedimentos atuais no tratamento do trauma (ARTONI, 2006).

Dr. Cowley, defendia que a maioria dos pacientes de traumas vinha a falecer de choque, resultante de uma circulação sanguínea restrita ou não-existente e das alterações químicas ocorridas no corpo do paciente. Sua tese era a de que a maioria desses pacientes poderia ser salvo se ele detivesse a perda de sangue e restaurasse a sua pressão dentro do espaço de uma hora (ARTONI, 2006).

Entendendo que se trata de uma convenção e, de que ainda é necessária a realização de diversos estudos científicos sobre a temática, seu objetivo de maneira geral, é visto como positivo dentro da medicina. Sua filosofia norteia que em quanto menor tempo gasto para atender a vítima e prestar o devido socorro, maiores podem ser suas chances de sobrevivência, ou até menores serão as seqüelas decorrentes do acontecido.

2.6 O SAMU – HISTÓRICO INTERNACIONAL (FRANÇA).

Historicamente o serviço móvel de urgência tem início na França, os documentos registraram que as primeiras tentativas de organização moderna de auxílio médico de urgência foram colocadas em prática em 1792, por Dominique Larrey (Figura 03), cirurgião e chefe militar (LOPES; FERNANDES, 1999).



FIGURA 03 - Busto de Dominique Larrey (1766-1842) – Cirurgião e Chefe Militar

No exército de Napoleão, em 1829, o cirurgião Dominic Larrey percebeu que a remoção dos feridos nos campos de batalha, realizada após a avaliação e o primeiro atendimento e feita através nas “ambulâncias voadoras”⁽³⁾ da época minimizava os agravamentos nas vítimas traumatizadas que eram conduzidas para os “hospitais de campanha”, na retaguarda, onde eram realizados os atendimentos definitivos (MARTINS, 2004).

³ - Carroças de transporte de cargas com uma caixa de madeira sobreposta e puxadas por cavalos.

Entre os anos de 1854 e 1856 na Guerra da Criméia, o serviço de Atendimento Pré-Hospitalar teve nas ambulâncias e no serviço enfermagem o seu principal ponto de apoio. A redução dos falecimentos de soldados deu-se devido ao resgate dos militares nos campos de batalhas e ao transporte para os improvisados hospitais militares ingleses instalados em Scutari e na Criméia, onde foram reduzidos os falecimentos de 40% para 2% (SILVA, 1999 *apud* MARTINS, 2004).

Em 1865, o Exército norte-americano instituiu seu primeiro serviço de ambulância naquele país e, em 1869, é criado, pelo Bellevue Hospital, o primeiro serviço de ambulância (carruagens puxadas por cavalos) na cidade de New York (VIRGÍNIA, 2003 *apud* MARTINS, 2004).

No ano de 1870, na Guerra Franco-Prussiana, foram realizados os primeiros casos de remoção aeromédica de feridos, pelo Exército Prussiano em Paris; documentos da época relatam que 160 feridos foram resgatados através de balões de ar quente (THOMAZ et al., 1999).

Em 1899, nos EUA, entrava em ação a primeira ambulância³⁶ motorizada utilizada pelo Micheal Reese Hospital, em Chicago, com capacidade para andar a 16milhas/hora ou 30 km/hora (VIRGÍNIA, 2003 *apud* MARTINS, 2004).

Na época das 1ª e 2ª Grandes Guerras Mundiais, os serviços médicos militares provaram sua eficácia no acesso e manejo precoce das pessoas feridas. Entretanto, embora o sistema militar médico tornara-se bem desenvolvido, o sistema civil ainda estava atrasado e repleto de falhas no processo de atendimento as urgências, (NITSCHKE, 2003 *apud* MARTINS, 2004).

Na França por volta de 1955 foram efetivamente criadas, as primeiras equipes móveis de reanimação, tendo como missão inicial a assistência médica aos pacientes vítimas de acidentes de trânsito e a manutenção da vida dos pacientes submetidos a transferências inter-hospitalares.

A concepção histórica do SAMU da França tem início a partir dos anos 60, quando médicos do serviço de saúde começaram a detectar a desproporção existente entre os meios disponíveis para tratar doentes e feridos nos hospitais e os meios arcaicos do atendimento pré-hospitalar até então existentes.

Assim, foram constatadas as necessidades de um treinamento adequado das equipes de socorro e a importância da participação médica no local, com o objetivo de aumentar as chances de sobrevivência dos pacientes, iniciando pelos cuidados básicos e avançados essenciais, concentrados na restauração da ventilação, respiração e circulação adequadas.

Em 1965, criaram oficialmente os serviços móveis de urgência e reanimação (SMUR), dispondo de unidades móveis hospitalares (UHM). Em 1968, nasceu o SAMU, com a finalidade de coordenar todas as atividades dos SMUR, comportando, para tanto, um centro de regulação médica dos pedidos, tendo as suas regras regulamentadas em decreto de oficialização do SAMU datado de 16/12/1987 (FONTANELLA; CARLI, 1992).

As equipes das UHM passaram também a intervir nos domicílios dos pacientes, configurando, definitivamente, os princípios do atendimento pré-hospitalar, relacionados a seguir:

- 1) O auxílio médico urgente é uma atividade sanitária;
- 2) As intervenções sobre o local devem ser rápidas, eficazes e com meios adequados;
- 3) A abordagem de cada caso deve ser, simultaneamente, médica, operacional e humana;
- 4) As responsabilidades de cada profissional e as inter-relações com os demais devem ser estabelecidas claramente;
- 5) A qualidade dos resultados depende, em grande parte, do nível de competência dos profissionais;
- 6) A ação preventiva deve ser um complemento da ação de urgência.

Posteriormente, em Lisboa, no ano de 1989, foram proclamadas as bases éticas da regulação médica do atendimento pré-hospitalar, processo este conhecido como “Declaração de Lisboa” (LOPES; FERNANDES, 1999).

2.7 O SAMU – BRASIL

Através de um acordo bilateral, assinado entre o Brasil e a França (1988), o SAMU teve início através de uma solicitação do Ministério da Saúde, o qual optou pelo modelo francês de atendimento, em que as viaturas de suporte avançado possuem obrigatoriamente a presença do médico, diferentemente dos moldes americanos, em que as atividades de resgate são exercidas principalmente por profissionais paramédicos (profissional este não existente no Brasil).

Em São Paulo em 1984, após estudos e pesquisas, foi implantado o Projeto Resgate ou SAMU (Serviço de Atendimento Móvel às Urgências), era na época chefiado por um capitão médico de Corpo de Bombeiros. Baseava-se no modelo francês, porém, com influências do sistema americano, particularmente no que diz respeito à formação dos profissionais, e adaptado à realidade local (LOPES; FERNANDES, 1999).

Segundo o Ministério da Saúde do Brasil, nos últimos dez anos, vem sendo melhorado e expandido o sistema de atendimento pré-hospitalar, realidade esta percebida nas políticas de saúde pública. Atualmente, a rede nacional conta com 124 Serviços de Atendimento Móvel de Urgência no Brasil.

No Brasil apenas o SAMU de Ribeirão Preto, vem utilizando rastreadores GPS em 11 ambulâncias de sua frota. Esses rastreadores permitem ao médico regulador observar a ambulância que está mais próxima da ocorrência e acioná-la de forma a diminuir o tempo de resposta do serviço, segundo o coordenador do serviço o tempo de resposta diminuiu cerca de dois minutos por ocorrência (ARIMA, 2008).

Ao todo, 1.037 municípios são atendidos pelo SAMU, num total de 96.5 milhões de pessoas. Entre as capitais brasileiras, o serviço está presente em Aracaju, Belém, Belo Horizonte, Brasília, Campo Grande, Cuiabá, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Goiânia, João Pessoa, Maceió, Manaus, Macapá, Natal, Palmas, Porto Alegre, Porto Velho, Recife, Rio Branco, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís, São Paulo, Teresina, Boa Vista e Vitória (BRASIL, 2007).

2.8 O SAMU JOÃO PESSOA/PB

O SAMU oferece à população de João Pessoa o resgate de urgências traumáticas, obstétricas, clínicas e psiquiátricas, que são ocasionados por acidentes com vítimas, e também trabalhos de parto, ameaça de aborto, infarto, parada cardiorespiratória, crise hipertensiva, convulsão, desmaio, entre outros.

Durante os anos de 2006 a 2008, cerca de 49% dos chamados foram registrados como trotes. Possuindo 21 ambulâncias, o SAMU João Pessoa realiza atendimento e transporte com o uso efetivo do veículo de emergência em aproximadamente 78% das chamadas/dia realizadas a central de regulação da Capital.

Se o sistema funcionar com 100% do efetivo de veículos, 24 horas ininterruptas, sete dias por semana, registra-se em média 22 atendimentos por ambulância/dia, sendo um atendimento aproximadamente a cada uma hora e seis minutos, segundo informações da triagem de regulação em João Pessoa.

O SAMU-JPA registra em média 473 chamadas/dia realizadas a central de regulação, por ano essa média sugere um total de atendimentos em torno de 172.645 ligações para a base de atendimento. Dentre as 21 ambulâncias, 15 são unidades de saúde básica (USB) e 06 são unidades de saúde avançada (USA).

As USB's, são empregadas na remoção de pacientes de um hospital a outro, no atendimento residencial onde não exista a necessidade de intervenção de um médico regulador e para os casos de transporte de gestantes, crianças e idosos para hospitais de atendimento ambulatorial da cidade, quando a vítima não possui condições de saúde e mobilidade necessárias.

As USA's são diretamente empregadas na prestação do serviço de socorro onde existe risco iminente de morbimortalidade, sendo encaminhada para todas as ocorrências que exijam intervenção direta de um(a) médico(a) regulador(a), um enfermeiro(a) e um condutor.

O modelo de atendimento⁴ do SAMU para todo o Brasil, está baseado no método francês (Figura 04), onde uma central de chamadas recebe todos os acionamentos pelo telefone 192 um atendente regulador (geralmente profissional da área de saúde) recebe a ligação registra os primeiros dados.

Após esse procedimento, transfere rapidamente os dados iniciais e o chamado para um médico regulador, e dependendo da gravidade do problema são acionadas as equipes das unidades de saúde avançada – USA e/ou das unidades de saúde básica – USB.

Existe atualmente uma central de regulação no Centro Administrativo Municipal e 06 bases externas de concentração de ambulâncias, distribuídos em locais estratégicos da região metropolitana de João Pessoa, a um raio médio de 15 km de distância da base central. As vítimas geralmente são conduzidas de acordo com a natureza da ocorrência a 03 hospitais distribuídos no perímetro do município.

O quadro funcional do SAMU – JPA, atualmente é composto por 30 médicos reguladores, 21 enfermeiros, 30 condutores de veículos e 35 técnicos de enfermagem, que compõem o quadro funcional do serviço.

⁴ Observar modelo de funcionamento francês a seguir.

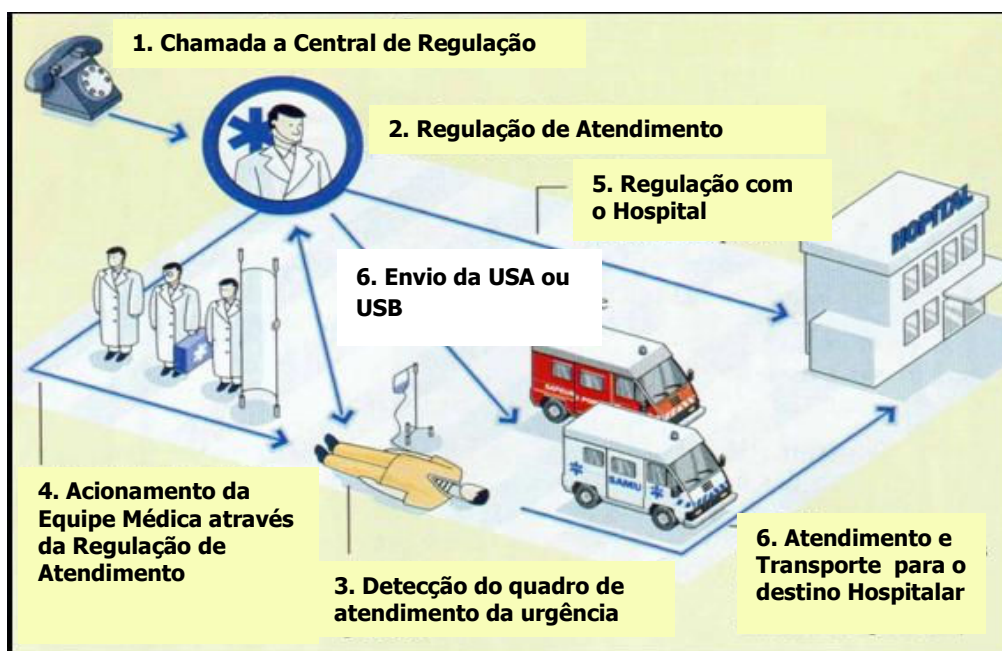


FIGURA 04 - Modelo de atendimento do SAMU da França

FONTE: Adaptado SAMU de France in Web, 2007.

Sobre os procedimentos de operação o serviço funciona através do recebimento de chamadas na central de regulação, onde de imediato o operador aciona o serviço médico que intermedia o atendimento e, conforme a gravidade do caso aciona o veículo mais apropriado para o atendimento da ocorrência.

Durante a saída da garagem o socorrista recebe as instruções via rádio e telefone móvel, com destino e quadro da vítima, onde o condutor do veículo intuitivamente traça a rota mais rápida.

2.9 COMENTÁRIOS

O processo de desenvolvimento da humanidade culminou atualmente em uma sociedade que apresenta sérias desigualdades, estruturais, sociais, econômicas, de segurança e de saúde. Comparando as causas de falecimento entre os países com poderes aquisitivos distintos, percebe-se que segundo a OMS, o grupo formado pelos países de médio e baixo poder aquisitivo respondem pelo valor estimado de mais de 86% do total de ocorrências oriundas de causas externas.

Para esse grupo de países, esses acontecimentos causam prejuízos muito além da capacidade de custear atendimentos. Tais prejuízos interferem diretamente na estrutura socioeconômica, atrelada à quantidade de mão de obra disponível para atender e suprir as mais diversas necessidades de capital intelectual dos países.

Essa tendência, afirma-se quando se analisa as faixas-etárias de falecimento segundo o mesmo documento da OMS. O maior índice de falecimento para os países de baixo poder aquisitivo se apresenta no intervalo de pessoas entre 15 e 69 anos, respondendo por 44% do total de óbitos.

Nos países de renda média a situação é mais grave ainda. A mesma faixa responde por 46% dos falecimentos, o que diverge significativamente dos países de renda elevada, onde 70% da população se encaixam no grupo de pessoas que vem a óbito após os 70 anos. Isso denota a gravidade do problema diante do desafio enfrentado pelos serviços de saúde dos dois primeiros grupos.

Por outro lado, se os dados forem analisados de forma mais específica em cada país, nota-se que o problema é muito mais grave do que se possa imaginar. Faltam sistemas e relatórios unificados que filtrem e agrupem precisamente todos os dados relativos às causas externas, pois os que são apresentados hoje são dados estimados conforme diversos estudos já publicados em literatura da área, apontando as diversas falhas no registro dessas informações.

Ainda sobre as informações estimadas, é lógico e dedutível que os gastos hora apresentados pelos Ministérios da Saúde desses países, baseiam-se nos mesmos relatórios gerados pela máquina pública.

Assim, no Brasil em 1994 os gastos com atendimentos hospitalares e prestação de serviços de socorro, somaram R\$ 287 milhões de reais. Em 2006, esse valor saltou para mais de R\$ 166 bilhões de reais em pouco mais de 10 anos, quando foram contabilizados os gastos com saúde nos setores públicos e privados, pagos pelo Ministério da Saúde (DATASUS, 2006).

Tomando como referência apenas os índices geradores de fatos decorrentes de homicídios, acidentes e transportes, esse grupo responderia pelo total de 80% das mortes no Brasil.

Se fossem comparados apenas àqueles decorrentes das causas relacionadas ao transporte no contexto mundial, o Brasil apresentar-se-ia na primeira posição no quesito maior número de mortes por cada 10.000 veículos com um índice estimado de 6,80 mortes em 2000. Isso significa mais de 5 vezes o índice apresentado pelo Japão no mesmo ano.

CAPÍTULO 3

REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados os referenciais teóricos que nortearam esta pesquisa. Dentre as bibliografias nacionais e internacionais que delinearam o estudo, foram selecionadas aquelas que especificamente tratavam dos eixos: acessibilidade, mobilidade, circulação, roteirização, acidentes e violências, adequadas ao cenário brasileiro.

Em seguida, faz-se uma abordagem mais pontual da importância do uso de novas tecnologias aplicadas à Engenharia Urbana (SIG's e o GPS), que podem proporcionar mais operacionalidade ao atendimento pré-hospitalar de emergência.

3.2 ACESSIBILIDADE

A diversidade do conceito de acessibilidade é ampla e plenamente adaptável ao meio ou a modalidade em que é aplicado. Nesta etapa foram compilados textos e fundamentações de Raia Jr. (2000), onde se relata que, o conceito de acessibilidade não é recente. Estudado desde o século XIX, abordava naquela época os modelos teóricos de processos espaciais envolvendo acessibilidade.

Desde o início do século XX a acessibilidade tem sido mencionada nos mais variados campos além de transportes: engenharia, biologia, ciências humanas, computação, química, medicina etc. O conceito de acessibilidade abordado e debatido por mais de 150 anos permanece, ainda, atual e de grande utilidade para as atividades de planejamento urbano e de transportes (RAIA, JR., 2000).

O conceito de mobilidade urbana é usualmente associado e, muitas vezes, confundido com o conceito de acessibilidade. Considerando que isto seja apenas uma questão de definição, isto é, o modo com que ele é estipulado para entender este ou aquele conceito, e considerando a literatura atual, assume-se que a mobilidade está relacionada com os deslocamentos diários (viagens) de pessoas no espaço urbano. Não apenas sua efetiva ocorrência, mas também sua facilidade ou possibilidade de ocorrência (SALES FILHO, 1998 *apud* RAIA, JR., 2000).

Por ser um termo e uma atividade base, a expressão acessibilidade é repetidamente utilizada nas mais diversas áreas do conhecimento desde a Geografia Humana na explicação

de variações espaciais de fenômenos até a Engenharia Urbana, sendo diretamente aplicado em análises de crescimento das cidades, localização de equipamentos etc. (RAIA Jr., 2000).

Na área de transportes, a definição de acessibilidade está relacionada a distância que os usuários necessitam transpor para utilizar determinado veículo na realização de uma viagem, compreendendo a distância da origem até o local de embarque, e do local de embarque até o destino final (RAIA, JR., 2000).

Os termos acessibilidade e mobilidade são objetos de consideráveis confusões. Em vista disso, Raia Jr. (2000), fornece definições que procuram esclarecer essas diferenças, sendo conceituadas e apresentadas a seguir:

- **Acessibilidade:** está relacionada com a oportunidade que um indivíduo, em um dado local, possui para tomar parte em uma atividade particular ou uma série de atividades. Ela está relacionada à mobilidade do indivíduo ou tipo de pessoa, à localização espacial de oportunidades relativas ao ponto de partida do indivíduo, às vezes em que o indivíduo está disponível para participar das atividades e, às vezes em que as atividades estão disponíveis. Assim, acessibilidade está relacionada não com o comportamento propriamente dito, mas com a oportunidade ou potencial, disponibilizados pelo sistema de transporte e uso do solo, para que diferentes tipos de pessoas desenvolvam suas atividades.
- **Mobilidade:** é a capacidade de um indivíduo ou tipo de pessoa de se deslocar. Isto envolve dois componentes: o primeiro, depende do desempenho do sistema de transporte, e que é afetado por onde a pessoa está, da hora do dia e a direção na qual se deseja deslocar; o segundo componente depende das características do indivíduo, tais como se ele tem carro próprio, disponibilidade de pagar táxi, ônibus, trem ou avião; se tem a possibilidade de caminhar ou usar o transporte público e mesmo se tem conhecimento das opções disponíveis para ele. Em outras palavras, o primeiro elemento está relacionado com a efetividade do sistema de transporte em conectar localidades espacialmente separadas, e o segundo elemento está associado com “até que ponto” um determinado indivíduo ou tipo de pessoa é capaz de fazer uso do sistema de transporte.

O levantamento e agrupamento de dados para os estudos que envolvam mobilidade, devem antes de tudo compreender o comportamento e a dinâmica das pessoas, assim como as suas necessidades e desejos de transitar pelo espaço urbano ou rural (SOUSA, 2005).

Dentro de um ambiente urbano os fluxos migratórios refletem a divisão do espaço urbano em três setores específicos: as zonas periféricas, as zonas centrais e os vetores de ligação entre os locais de residência e trabalho. Onde os principais fluxos são os centrípetos pela manhã, e os centrífugos pela noite, sobretudo em cidades onde a função terciária é grande: serviços e comércios (MERLIN, 1991 *apud* SOUSA, 2005).

Dentro de um conceito mais amplo de mobilidade e observando a incidência da maior frequência de deslocamentos, esta atividade pode ser estudada por meio de três modelos de escalas diferenciadas.

O primeiro é o de escala local, onde o movimento cotidiano é exercido em meio a um aglomerado urbano, onde a distância não é um fator totalmente importante e sim a necessidade da viagem (MERLIN, 1991 *apud* SOUSA, 2005).

O segundo, o da escala regional e/ou nacional, onde o circuito é executado dentro de limites territoriais que excedem o espaço urbano e o volume de circulação decresce de acordo com o aumento das distâncias entre os ambientes urbanos e por fim o terceiro, o da escala internacional onde a circulação ocorre entre diferentes continentes e países e com menor frequência que as ocorrências do primeiro, (MERLIN, 1991 *apud* SOUSA, 2005).

Notadamente, o desenvolvimento das sociedades em sua maior parte sempre esteve ligado ao progresso dos meios de transportes. Frente aos diversos problemas condicionados pelo mesmo, a sociedade procura adequar-se às reais necessidades do desenvolvimento, visto que os problemas trazidos por esta atividade são tão dinâmicos quanto à sociedade que os criou e/ou os desenvolveu.

A acessibilidade significa a garantir da possibilidade do acesso, da aproximação, da utilização ou manuseio de qualquer objeto, dentro da Engenharia Urbana poderia complementar este conceito com a garantia de acesso ao serviço de circulação e movimentação viária (SeMOB, 2007).

Partindo do princípio em que acessibilidade visa garantir ao indivíduo, a condição de se movimentar e atingir o destino desejado, mais do que imprescindível, é garantir o funcionamento dos serviços em níveis aceitáveis de acessibilidade, dentro das capacidades individuais e coletivas de prestação dos serviços públicos, principalmente aqueles que atuam no salvamento emergencial de vidas.

Atualmente com a expansão das cidades e com o crescente adensamento populacional nos ambientes urbanos, a autonomia de locomoção a fim de atingir o destino desejado, vem sendo cerceada pela incapacidade operacional dos sistemas viários de absorver a crescente e acelerada demanda de serviços impulsionados pelo desejo de movimentar-se utilizando meios individuais e/ou privados de transporte.

A acessibilidade, em seu conceito clássico de mobilidade, deixa em aberto algumas questões importantes a exemplo da definição dos motivos que fazem ocorrer e/ou como ela ocorre. Portanto, a acessibilidade pode ser denominada como a mobilidade para satisfazer as necessidades, ou seja, as condições para se alcançar o destino desejado e não simplesmente a facilidade de cruzar espaços (UNICAMP, 2005).

De forma mais objetiva, sua compreensão pode ser medida pela subdivisão em dois tipos: macro-acessibilidade e micro-acessibilidade. A macro-acessibilidade é a facilidade relativa de atravessar o espaço e atingir as construções e equipamentos urbanos desejados.

Faz parte desse conceito a abrangência do sistema viário e do sistema de transporte em geral. Já a micro-acessibilidade refere-se à facilidade relativa de se obter acesso direto aos veículos ou destinos desejados, como pontos de ônibus ou estacionamentos (FEC/BDTA, 2005).

Na ótica do urbanismo e da arquitetura, a acessibilidade tem sido um dos principais fatores de preocupação. Constantemente percebe-se a execução de obras e serviços de adequação do espaço urbano e dos seus componentes às legítimas necessidades de acesso de toda população.

Em muitas das vezes, alguns dos pré-requisitos de condições de segurança são menos valorizados em função da manutenção da acessibilidade no menor espaço de tempo possível garantindo uma equação econômica favorável a determinado grupo ou setor econômico.

O veto do Presidente da República do Brasil em 1997, ao Art. 56 do Código Brasileiro de Trânsito foi um exemplo claro desse comportamento. O artigo em questão regulamentava a proibição do trânsito de motocicletas entre veículos durante o deslocamento, viabilizando assim a segurança do motociclista, do motorista e a do pedestre.

Assim sendo, houve reação imediata da indústria automobilística no segmento de motocicletas, alegando que este artigo retiraria o fator mais atrativo desses veículos, ou seja, a capacidade de mobilidade e, isso acarretaria decréscimos severos nas vendas e consequentemente elevação dos índices de desemprego no setor automobilístico. Mais uma vez o estado arcou com as contas e com os gastos hospitalares decorrentes dos acidentes e violências na maioria dos problemas envolvendo motociclistas.

3.3 MOBILIDADE

SeMOB (2007, p.43) publicou no Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana o seguinte texto:

As pessoas que se deslocam de um ponto para o outro no espaço urbano utilizam as redes de serviços públicos: os sistemas viários (ruas e calçadas) e os meios de transporte público que, do modo em que estão hoje, muitas vezes constituem barreiras: a sinalização das ruas, o desenho e estado de conservação das calçadas e avenidas, a ausência de guias rebaixadas, a concepção e a localidade do mobiliário urbano, ou os meios de transporte coletivo.

Atualmente, o agravamento dos problemas urbanos tem impulsionado os gestores e a sociedade em geral, a tomarem medidas que exigem elevado grau de empenho profissional e de recursos, para viabilizar a mobilidade intra-urbana de forma ampla, justa e sustentável, de modo que, seja possível fomentar o funcionamento harmônico da sociedade.

Um outro aspecto relevante dentro da Engenharia Urbana, é o que diz respeito à mobilidade, que inicialmente pode ser entendida como: “o resultado agregado dos deslocamentos de pessoas e bens no espaço urbano, para a realização das atividades econômicas e sociais nele desenvolvidas” (VITAL, 2006).

Ao apontar que a mobilidade urbana sustentável figura como o resultado de um conjunto de políticas de transporte e circulação, deve-se atentar que esse conjunto objetiva de maneira mais ampla proporcionar o acesso público e democrático ao espaço urbano, através da priorização dos modos de transporte coletivo, de maneira efetiva na ótica urbanística, ecologicamente sustentável e socialmente inclusiva (ANTP, 2003).

Diante da amplitude do conceito de mobilidade urbana sustentável, há de se considerar que não somente é necessário ter acesso como também poder mover-se de forma eficiente dentro das cidades.

Os problemas ocasionados pela concentração de veículos nos sistemas viários nos grandes centros urbanos, geram baixos rendimentos e prejuízos agregados, que em muito oneram o estado e, por conseguinte a sociedade.

O Ministério das cidades entende a definição de mobilidade como:

Um atributo associado às pessoas e aos bens; corresponde às diferentes respostas dadas por indivíduos e agentes econômicos às suas necessidades de deslocamento, consideradas as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades nele desenvolvidas, ou, mais especificamente: a mobilidade urbana é um atributo das cidades e se refere à facilidade de deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano. Tais deslocamentos são feitos através de veículos, vias e toda a infra-estrutura (vias, calçadas, etc.)... É o resultado da interação entre os deslocamentos de pessoas e bens com a cidade (BRASIL, 2004, p.13).

A mobilidade evidencia em certo grau, a estratificação econômica da sociedade, onde cada indivíduo dentro de seus padrões de consumo busca atender suas necessidades particulares e/ou coletivas de deslocamento. O meio como é realizado este deslocamento nem sempre é o mais recomendado, do ponto de vista da convivência harmoniosa e sustentável da coletividade.

Os congestionamentos nos centros urbanos ocorrem com maior frequência ao longo da última década, devido as principais vias das cidades apresentarem circulando em seu espaço, um excesso de veículos conduzidos por indivíduos que podem arcar com custos de transporte mais elevado que a maioria da população brasileira.

Também por outro lado, é inegável que a expansão do crédito para aquisição de automóveis impulsiona o consumo deste bem, de forma que o fator individual prevalece em função do coletivo. Assim as pessoas resolvem ir ao lazer, ao trabalho e a outras atividades em meios privados e particulares de transporte.

Este comportamento por parte da população, não leva em conta as dimensões, a capacidade e a complexidade do espaço urbano e das atividades desenvolvidas nele.

Uma evidência clássica desse comportamento ocorre quando veículos de urgência e emergência precisam se deslocar dentro dos centros urbanos, encontrando as vias congestionadas onde então, são obrigados a desviarem suas rotas, para viabilizar uma alternativa de minorar o tempo de atendimento, tendo em vista a obstrução dos principais eixos viários em virtude do trânsito caótico nas vias arteriais e coletoras das cidades.

Embora os poderes públicos invistam a cada ano mais recursos no processo de adequação, ampliação e em alguns casos a restrição de circulação, a estrutura urbana necessita

imperativamente de possibilidades que viabilizem o funcionamento do sistema frente a sua dinamicidade, como sugere a SeMOB:

Do mesmo modo, na estrutura urbana, a disponibilidade e a possibilidade de acesso às infra-estruturas urbanas, tais como o sistema viário ou as redes de transporte público, propiciam condições maiores ou menores de mobilidade para os indivíduos isoladamente ou para partes inteiras do território (BRASIL, 2007, p.41).

À medida que o desempenho das estratégias adotadas vão sendo exibidas no dia-a-dia das cidades, a racionalização da mobilidade por determinados meios de transporte deve ser pensada a partir dos parâmetros do duplo impacto nas condições ambientais da cidade, para que esta atividade atenda a todos os indivíduos deste ou daquele espaço.

A mobilidade é um direito fundamental e principalmente necessário, para aqueles que em determinadas circunstâncias precisam de socorro por estar em situações que ofereçam iminentemente risco de morte.

Como analisa a SeMOB:

Além disso, um novo atributo deve ser vinculado à mobilidade, a sustentabilidade ambiental. Os meios de transporte têm duplo impacto nas condições ambientais das cidades: direto, pela sua participação na poluição atmosférica e sonora e na utilização de fontes de energia não renováveis; e indireto, na incidência de acidentes de trânsito e na saturação da Circulação urbana (congestionamentos) (BRASIL, 2007. p. 41).

Dentro de uma visão mais holística da mobilidade e no atual cenário a Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana afirma que:

Incorporar a questão da mobilidade no planejamento urbano pode significar alguns desafios a serem vencidos, sobretudo no campo institucional. Dependendo de cada caso, deve-se buscar a cooperação institucional entre municípios, estados e governo federal, assim como incorporar novas formas de gestão participativa, incluindo usuários e diversos setores interessados. (BRASIL, 2008, p.30).

Tomando como parâmetro de referência uma abordagem sistêmica, repensar do ponto de vista do planejamento urbano opções de acessibilidade e mobilidade, significa considerar o ambiente, os meios de transporte que são utilizados nele, seus custos de implantação e manutenção, os impactos causados e que benefícios diretos e indiretos estes fatores proporcionam a coletividade, tendo em vista que desses espaços, principalmente no que diz respeito aos temas abordados, a atividade individual e particular de movimentar-se dentro de cada cidade, vem tornando esse exercício oneroso e até em certo grau, inviável.

Dessa forma, Silveira e Ribeiro (2006, p.175) afirmam que:

[...]No espaço urbano, o perfil da acessibilidade e da mobilidade dominantes relaciona-se com a morfologia da cidade, como reação do espaço antes as ações humanas, e com a configuração dos espaços livres destinados à circulação[...] Da mesma maneira, a morfologia também apresenta distinções de acessibilidade, privilegiando algumas vias, em detrimento de outras. Os indivíduos que utilizam esse sistema espacial têm várias alternativas para construir seus roteiros urbanos[...].

Uma outra questão fundamental, é que se devem levar em consideração as particularidades de cada local, ou seja, a morfologia de como a cidade foi concebida até suas fronteiras atuais. Partindo desta análise, as cidades se diferenciam uma da outra de acordo com os fatores geográficos, econômicas e sociais que determinaram suas criações e/ou seu desenvolvimento.

Um dos elementos cruciais na questão da mobilidade e da acessibilidade urbana é a distinção entre as condições que privilegiam a acessibilidade e a mobilidade de acordo com a estrutura de concepção, manutenção e ampliação da malha viária, o que vai imperativamente determinar o padrão de escolha de rotas dentro de um centro urbano.

Elementos como: tipo de via, de pavimento, condições de circulação, geometria, condições de drenagem, nível de serviço, hora do dia etc., irão determinar dinamicamente que parte dos sistemas ficarão sobrecarregados, por influência direta na articulação e construção dos roteiros urbanos por cada indivíduo, considerando as condições particulares físicas e mentais de construir e executar a melhor rota que proporcione conforto, acesso e mobilidade na matriz origem/destino.

3.4 CIRCULAÇÃO

Nos centros urbanos brasileiros, notadamente observa-se as conseqüências diárias do aumento da frota de veículos circulando nas cidades. As condições de trafegabilidade estão agravando-se a cada veículo posto em circulação, considerando veículo como qualquer dos meios utilizados para transportar ou conduzir pessoas, objetos, etc., de um lugar para outro em condições mínimas de circulação e segurança.

Conforme a SNTMU (2004, p.4), o Brasil urbano é representado por 82% da população. A concentração urbana é representada por apenas 455 municípios que contém mais de 55% do total de habitantes, incluindo as regiões metropolitanas mais expressivas do país.

Segundo a SNTMU (2004, p.6) que realizaram um estudo Redução das Deseconomias Urbanas com a Melhoria do Transporte Público,

[...] estima-se que os gastos em congestionamentos em 10 capitais pesquisadas atingem 05 bilhões de reais a cada ano. Agregado a tal deseconomia, o estudo aponta as quatro espécies principais dessa resultante: fator I - aumento no tempo de percurso, correspondendo a uma perda anual de 250 milhões de reais, com 80% dessas perdas contabilizadas na cidade de São Paulo, sendo que 120 milhões de horas são perdidas pelos usuários de transporte coletivo; II - consumo excedente de combustível estimado a 200 milhões de litros de gasolina e 4 milhões de litros de óleo diesel; III - emissão excedente de CO₂ da ordem de 122 mil toneladas anuais, com os automóveis respondendo por cerca de 80% deste total e IV - excedente de frota no transporte coletivo urbano para o mesmo padrão de serviços. (IPEA/ANTP, 1998 *apud* PNMUS, 2004, p.6).

A análise do cenário moderno da “urbanidade”, leva a refletir sobre o conceito de circulação, definido pela SeMOB (2007, p.44),

A circulação urbana, ou o ato de circular pela cidade, é o exercício da mobilidade mediante o próprio esforço pessoal (a pé ou de bicicleta) sendo através de meios motorizados de posse ou uso pessoal, ou providos por terceiros, através de serviços oferecidos. Em todas as situações, a sua manifestação efetiva se dá na infra-estrutura urbana.

Analisar inferências sobre circulação é observar e refletir sobre como o planejamento e a infra-estrutura urbana atuam concomitantemente na gerência e resolução dos problemas de

movimentação e trânsito dentro dos ambientes urbanos em escalas e meios diferentes. Ainda que um ou outro seja implantado, há de se considerar que nem sempre os municípios dispõem dos recursos necessários para a implementação das medidas técnicas e ambientais mais coerentes e corretas.

O incremento populacional das cidades na atualidade sobrecarrega todas as redes que funcionam e se articulam neste ambiente, sejam elas auxiliadas pela “babel tecnológica” dos sistemas de gerenciamento ou não, como por exemplo, os de sistemas viários. Tais aparatos necessitam constantemente utilizar as restrições e as adequações, a fim de mantê-los minimamente funcionando, como sugere Cunha (2000, p.51-74):

Assim, na maioria dos casos, as heurísticas propostas são bastante específicas e particulares, e carecem de robustez, isto é, não conseguem obter boas soluções para problemas com características, condicionantes ou restrições às vezes um pouco diferentes daquelas para as quais foram desenvolvidas. Em outras palavras, roteirização de veículos é uma área onde uma solução para um determinado tipo de problema e dados possam não ser adequados para outro problema similar... Daí, em muitos casos, a necessidade de buscar soluções customizadas para cada problema.

Por outro lado, cada sociedade busca equilibrar os problemas surgidos com as mudanças comportamentais originadas da saída do homem do campo para a cidade. Nem toda robustez tecnológica atual esta preparada para equilibrar esta equação, principalmente nos países onde a disponibilidade de recursos não é tão disponível como nos países desenvolvidos.

Os condicionantes e as restrições funcionam como pêndulos que buscam equilibrar as soluções para os problemas de circulação nas regiões metropolitanas, tanto na conexão das cidades e das redes, quanto na interação dos nós de comunicação em escala interna e externa ao ambiente citadino.

Equacionar estes problemas exige soluções, que em muitos casos são ímpares, pois as mesmas soluções para problemas urbanos de circulação similares não podem ser implantadas em outros locais, por questões econômicas, geográficas, culturais e/ou tecnológicas.

Enquanto as políticas de gestão pública mantiverem os investimentos em infraestrutura de transporte em segundo plano, a cada dia a segregação sócio-espacial, associar-se-á ao modelo de circulação urbana, baseado no transporte individual, que leva esses ambientes a uma crise de mobilidade sem precedentes ao longo da história da humanidade.

Por outro lado a indústria automobilística e seu conglomerado econômico, por ignorarem esta percepção de realidade, promovem a disseminação de uma verdadeira “cultura do automóvel” mesmo nos ambientes mais afetados por esses problemas.

3.5 ROTEIRIZAÇÃO

3.5.1 Introdução ao Conceito

A roteirização urbana com foco em grandes cidades é de grande importância, pois os indivíduos necessitam de uma fonte confiável e rápida de acessar esse tipo de informação (HOFFMANN *et al.*, 2006).

Conforme afirmação de Cunha (2000), embora não seja encontrado o termo roteirização nos dicionários de língua portuguesa, tem como equivalente ao inglês *routing* (ou *routeing*) para designar o processo de determinação de um ou mais roteiros ou seqüências de paradas a serem cumpridas, com o objetivo de visitar um conjunto de pontos distintos geograficamente e pré-determinados.

Segundo ASSAD (1988) *in* Cunha, a roteirização consiste em uma das histórias de grande sucesso da Pesquisa Operacional nas últimas décadas, que pode ser medido pelo expressivo número de artigos que vêm sendo publicados ao longo dos anos na literatura especializada, incluindo os anais de congressos da ANPET (Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes).

Fazem parte da roteirização urbana os meios de transporte: a pé, que considera o caminho direto, do ponto de origem ao ponto de destino, sem restrições; de carro, que tem como restrição os sentidos das ruas e avenidas; e ônibus, que considera as linhas de ônibus disponíveis à população (HOFFMANN *et al.*, 2006).

3.5.2 O Caixeiro Viajante

Segundo a literatura do gênero, vários autores apontam que os problemas de roteirização estão muitas vezes diretamente ligados ao problema de um caixeiro viajante primeiro problema de roteirização estudado (*traveling salesman problem*). Os estudos de

roteirização consistem em encontrar o roteiro ou seqüência de cidades a serem visitadas, minimizando a distância total percorrida e assegurando que cada cidade seja visitada exatamente uma vez.

Com o processo de evolução das sociedades, novas restrições vêm sendo incorporadas ao problema do caixeiro viajante. Instantaneamente foram adicionados aos meios e as modalidades, restrições de horário de atendimento (janelas de tempo ou janelas horárias); capacidades dos veículos; duração máxima dos roteiros dos veículos (tempo ou distância) e restrições de tipos de veículos que podem atender determinados clientes.

Sob a ótica Cunha(2000), a otimização que inclui o caso particular do caixeiro viajante, pertence à categoria conhecida como NP-difícil (*NP-hard*), o que significa que possuem ordem de complexidade exponencial.

Em outras palavras, o esforço computacional para a sua resolução cresce exponencialmente com o tamanho do problema (dado pelo número de pontos a serem atendidos). Este problema também pode abranger indivíduos, que precisam localizar um determinado local, partindo do ponto em que está e chegar da forma mais rápida e de menos custo.

3.5.3 O Menor Caminho

Para Hoffmann *et al.*, (2006), o problema do menor caminho é um subproblema do problema do Caixeiro Viajante, pois trata de calcular o menor percurso entre dois ou mais vértices (nós) de um grafo. Neste caso, um grafo pode representar uma malha rodoviária, distâncias geográficas e demais correlatas.

O menor caminho pode não somente representar caminhos de distâncias mínimas, mas também podem representar caminhos de tempos e custos mínimos, entre outras formas de medição de percurso. Isto pode ser afirmado uma vez que na implementação de algoritmos de caminhos mínimos é possível utilizar qualquer parâmetro (assim como as distâncias), uma vez que estes dados estejam disponíveis.

Inicialmente, quando é sentida a necessidade de deslocar-se de um local a outro, de imediato o senso de localização de cada indivíduo traça um caminho a fim de atingir o destino desejado da melhor forma possível, levando em consideração fatores como: custo, tempo e conforto.

Ao dirigir uma embarcação, um veículo, uma aeronave ou até mesmo guiar o próprio corpo, essa atividade exige do cérebro o planejamento de uma rota adequada, determinando a sequência de conexões e caminhos a serem transpostos e/ou percorridos.

O problema clássico da roteirização é encontrar uma rota ótima de um ou mais veículos, através de um gráfico ou conjunto de gráficos, utilizando critérios com parâmetros personalizados e específicos de roteamento (BLACK, 2004).

Dentro da atividade de roteirização dois problemas são enfrentados a cada percurso a ser traçado. O primeiro diz respeito à otimização de rotas, com a obtenção da melhor solução para destinos determinados e/ou aleatórios.

O segundo é um problema de decisão, que pede a melhor solução para um determinado conjunto de características no sistema viário, que podem refletir a diretamente realidade local e alterar todo o procedimento de escolha do melhor caminho que se deseja percorrer.

Por exemplo, o problema do caixeiro viajante é um problema de otimização de rotas correspondente a tomada de decisões, onde se utiliza um ciclo harmonioso de combinações e algoritmos, para a obtenção de um custo menor, do que qualquer outra forma aleatória de escolha da rota. Nem todos os modelos, se não sua maioria, se adaptam perfeitamente a realidades diferentes daquelas para as quais inicialmente eles foram concebidos (BLACK, 2004).

Filho (2001, p.224), ao analisar a multiplicidade dos problemas de roteirização de veículos, enfatiza o seguinte:

Sistemas de Roteirização e Programação de Veículos ou, simplesmente Roteirizadores, são sistemas computacionais que, através de algoritmos, geralmente, heurísticos e uma apropriada base de dados, são capazes de obter soluções para problemas de roteirização e programação de veículos (PRPV) com resultados relativamente satisfatórios, consumindo tempo e esforço de processamentos relativamente pequenos quando comparados aos gastos nos tradicionais métodos manuais.

Ao utilizar essas ferramentas computacionais, obtêm-se resposta em intervalos de tempos menores do que outras formas tradicionalmente manuais. No entanto, os resultados ainda são considerados relativamente satisfatórios.

Mesmo diante de tal cenário, isto pode significar a diferença entre viver e morrer, quando se fala, por exemplo, na determinação do percurso a ser feito por um veículo de emergência que socorre uma vítima de acidente cardiovascular em centro urbano.

O atual sistema de socorro médico de urgência e emergência do Brasil utiliza em nível nacional apenas o conhecimento de cada condutor destes veículos para roteirizar os caminhos de origem e destino. Essa é uma das situações, onde metodologias de roteirização locais poderiam auxiliar na tomada de decisão.

A SeMOB (2007, p.74) aponta o seguinte texto referente ao uso de modelos matemáticos:

A análise do padrão de viagens nas cidades mostra que também há correlação entre os indicadores de desenvolvimento econômico e de mobilidade (índice de mobilidade, tempos de viagem, escolha modal, etc.). Isto permite o desenvolvimento de modelos matemáticos para determinação dos padrões de atratividade, desenho das redes de transporte, escolha de rotas e outras funções de planejamento dos transportes.

Se existe correlação entre indicadores de desenvolvimento econômico e os de mobilidade, fica evidente que é possível delinear a adaptação dessas ferramentas para auxiliar atividades de transporte dentro centros urbanos, assistidos por ferramentas e algoritmos computacionais que poderão sugerir rotas dentro da rede viária urbana.

3.5.4 As Experiências Internacionais

De acordo com a dinâmica e particularidades de cada localidade, a popularização do uso dos Sistemas de Posicionamento Global – GPS tem se tornado mais acessível e presente no dia-a-dia dos usuários dos sistemas de trânsito, dos profissionais que atuam na área e da sociedade em geral.

Alem dessa tecnologia disponível, pode-se citar a experiência japonesa, que devido a problemas estabelecidos pelo crescimento acelerado das áreas urbanas, teve que repensar sua estrutura de funcionamento e sistemas de trânsito e transporte.

Depois de criado o Sistema de Gerenciamento Universal de Tráfego (UTMS) baseado no Sistema Integrado de Controle de Tráfego (ITCS), este procedimento de modelagem

necessita ser alimentado por outros subsistemas para proverem os servidores de informações sobre o tráfego (BARBOSA, 2001).

Basicamente o sistema do Japão, funciona através do gerenciamento realizado pelo UTMS que é baseado no ITCS, que são um dos mais sofisticados e inteligentes sistemas de controle de tráfego em sistemas centralizados.

O UTMS consiste na operação simultânea de 08 subsistemas em paralelo ou não, para prover de informações o gerenciador dentro dos servidores de tráfego, para condução segura atendendo rapidamente situações de emergência, aumentando a eficiência do transporte de passageiros e cargas.

Além dos 08 subsistemas, faz-se necessário o uso adicional de mais dois sistemas destinados especialmente para prover assistência aos pedestres e aos serviços públicos que operam nas situações quem se configuram os quadros de serviço de situação de emergência, que também podem auxiliar o Sistema de Tráfego Inteligente, são eles: Sistema de Assistência para os Pedestres – PICS e o Sistema para Auxílio em Situação de Emergência – *Fast* (BARBOSA, 2001).

A evolução desses sistemas se dá de tal modo a ponto de recentemente, em junho de 2007, ter sido anunciado para o mercado asiático, o uso em fase de testes de um novo sistema que apresenta as condições reais do trânsito em intervalos de cinco em cinco minutos. O lançamento desse sistema, denominado de *Real Time Traffic GPS Navigation Singapore*, atualmente encontra-se em uma versão de testes em Singapura (MAPKING, 2007).

As autoridades de Transportes Terrestres de Singapura alimentam o sistema com os dados e enviam informações sobre a velocidade do tráfego para os equipamentos conectados as redes sem fio, o que garante a navegação em níveis operacionais satisfatórios.

A utilização desses sistemas exige o uso de alto grau de tecnologia e maciços investimentos em monitoramento, o que nem sempre se encontra em países em desenvolvimento.

3.6 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG'S)

A globalização e a popularização das novas tecnologias têm tornado o acesso a informação mais instantâneo e cada vez mais exigente, do ponto de vista da precisão da

informação. No que diz respeito à disponibilidade computacional para estas funções, foram criados os Sistemas de Informações Geográficas, os SIG's.

Um Sistema de Informações Geográficas pode ser aplicado para dar tratamento computacional a dados geográficos. Devido a sua ampla gama de aplicações, é uma valiosa ferramenta para aplicações nas áreas agrícolas, de florestas, na cartografia, no cadastro urbano e em redes de concessionárias de serviços públicos (CÂMARA, 1995).

Existem pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG, a primeira como ferramenta de produção de mapas, a segunda como meio de suporte a análise espacial de fenômenos e por fim a terceira como banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informações espaciais (CÂMARA, 1995).

Os SIG's funcionam também como poderosas ferramentas para os estudos de cadastramento, gerenciamentos e de auxílio a tomadas de decisão no ambiente urbano. Na diversidade de conceitos a ele atribuídos, é consenso que se trata de um sistema de suporte computacional que expressivamente mudou a maneira da sociedade interagir com os dados e informações que ela mesma produz dentro do gerenciamento e planejamento do espaço urbano pós-moderno.

Esses sistemas de gerenciamento de dados e informações podem manipular dados de diversas fontes e formatos, dentro de um ambiente computacional ágil e capaz de integrar as relações espaciais através de dados e gerar novas informações, temáticas derivadas dos dados originais (FROZZA *et al.*, 2005).

Os SIG's não funcionam apenas como concentradores e leitores de dados e informações. Eles podem não somente analisá-los, como também produzi-los, multiplicá-los e interagi-los com outras bases de dados, que auxiliam desde uma simples demarcação de área até o controle de vias com emprego de alto grau de tecnologia.

Na mesma linha, Frozza *et al.*, (2005, p.1) afirma que:

Sistemas de Informações Geográficas separam a informação em diferentes camadas temáticas (*layers*) e as armazenam independentemente, permitindo trabalhar com elas de modo rápido e simples. Desta forma, os usuários têm a oportunidade de relacionar a informação existente através da posição e formato (polígono ou ponto) dos objetos, com o fim de gerar nova informação.

Conhecendo um pouco das potencialidades destes *softwares*, pode-se entender porque eles são tão úteis nos dias atuais, e principalmente porque são plenamente aplicáveis a Engenharia Urbana.

Nesse sentido, Sistemas de Informações Geográficas vêm ao encontro das necessidades dos pesquisadores e gestores urbanos, como uma ferramenta fundamental para ajudar a conhecer e compreender exatamente os problemas para os quais busca-se soluções.

A busca dessas soluções, visão obter um equilíbrio sócio-ambiental e econômico que tenha baixa demanda de emprego de recursos, frente aos montantes que poderiam ser gastos para recuperar áreas que entraram ou poderiam entrar em colapso urbano.

A aplicabilidade e a compreensão da arquitetura de um SIG englobam sua habilidade de armazenar, controlar e manipular grandes quantidades de dados espaciais e fornecer aos gestores urbanos uma ferramenta poderosa de gerenciamento e interação.

Assim, umas das funções mais importantes dos SIG's é a de combinar bancos de dados alfanuméricos com imagens espaciais (ou geográficas) que possibilitaram acompanhar comportamentos que servirão para dar suporte a tomada de decisões e gerenciamento do espaço, a partir da análise dos produtos gerados com os dados coletados e armazenados em seus bancos, constituindo uma ferramenta analítica poderosa (VINH & VINH, 2003).

Diferentes setores governamentais usam a tecnologia dos SIG's, porque eles fornecem também várias maneiras de visualização dos dados que antes eram previamente impossíveis ou pouco práticas de serem realizadas. Com os DAE's (Dispositivo Automático de Entrada) dos SIG's, o planejamento local pode ser feito no escritório de desenvolvimento da comunidade e os produtos podem seguir do projeto do zoneamento ao local que dará uma nova forma ou novo conceito a cidade (VINH; VINH, 2003).

Dentre os SIG's existentes hoje no mercado com aplicações e recursos variados, utilizou-se neste trabalho um Sistema de Informações Geográficas do tipo SIG-T ("T" = Transporte). Esse tipo de sistema foi desenvolvido especificamente para ser utilizado por estudantes, pesquisadores e profissionais da área de transporte. Onde se pode armazenar, mostrar, manipular e analisar dados, fenômenos e atividades relativas a área de transporte.

Não diminuindo a importância dos bancos de dados para os SIG's, o planejamento de inúmeras atividades não dependem somente da manipulação de dados alfanuméricos, mas sim de seu significado que deve estar associado a uma referência espacial (ou geográfica).

Sobre o uso dos SIG's-T afirmam Silva e Warden (1996, p.2),

É inquestionável que o planejamento de transportes é uma das áreas nas quais os Sistemas de Informações Geográficas (GIS) podem representar um papel importante. Os fabricantes de software estão bem atentos para isso e o público recebe freqüentemente muitos produtos novos projetados para aplicações de transporte, o denominado GIS-T's (*Geographical Information Systems*). Ao mesmo tempo, várias Universidades estão tentando conhecer a demanda de mercado para profissionais capazes de trabalhar com este tipo de ferramenta.

Os SIG's-T (Sistema de Informações Geográficas voltado para Transportes) quando associados aos mais recentes avanços tecnológicos dos computadores, relativos a aplicativos que fazem uso de gerenciadores de bancos de dados, ampliam em muito a capacidade de percepção dos resultados por parte dos usuários.

Um SIG-T pode associar em uma única plataforma, a capacidade de processamento de um SIG com os procedimentos de modelagem em transportes numa única plano computacional, provendo assim, recursos que não estão disponíveis em outros *softwares*, facultando ser usado para qualquer modo de transporte, e em qualquer escala de detalhe.

O uso de um Sistema de Informações Geográficas desse porte pode ser muito útil para criar e customizar mapas, construir, manter conjuntos de dados geográficos, fazer diferentes tipos de análises espaciais, incluindo a sobreposição de polígonos (*Polygon, Overlay*) geocodificar dados, e compartilhar os bancos de dados em redes locais e remotas, contribuindo para um melhor planejamento e gerenciamento dos transportes públicos dentro da engenharia urbana.

3.7 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS'S)

Não existe um conceito universal para o sistema de posicionamento global, no entanto, pode-se entendê-lo como uma rede de satélites artificiais orbitando em entorno da Terra, emitindo ondas de radio-freqüência, que são captadas por receptores (aparelhos de GPS) onde constantemente é calculada a posição atual de recebimento das ondas em relação ao geóide terrestre.

Conforme Gogulho (2003), a tecnologia atual permite que qualquer pessoa possa se localizar no planeta com uma precisão nunca imaginada por navegantes e aventureiros há até bem pouco tempo.

O sofisticado sistema que tornou realidade esse sonho é chamado GPS - *Global Positioning System* (tradução equivalente em português: Sistema de Posicionamento Global) - e foi concebido pelo Departamento de Defesa dos EUA no início da década de 1960.

Consiste de 24 satélites (Figura 05) que orbitam a terra a 20.200km de distância, duas vezes por dia e emitem simultaneamente sinais de rádio codificados. Como outros sistemas de rádio-navegação, todos os satélites enviam seus sinais de rádio exatamente ao mesmo tempo, permitindo ao receptor (Figura 06) avaliar o lapso entre emissão/recepção.

O conceito da rádio-navegação depende inteiramente da transmissão simultânea de rádio-sinais. É um sistema engenhoso que torna o GPS prático e relativamente barato de se usar. Com a recepção de quatro ou mais satélites, um receptor pode determinar uma posição 3D, isto é, Latitude, Longitude e Altitude. Pelo processamento contínuo de sua posição, um receptor pode também determinar velocidade e direção do deslocamento.

Historicamente, é sabido que em muito se deve ao serviço militar principalmente o americano, os avanços tecnológicos sobre a criação e uso da tecnologia GPS (*Global Positioning System*).

Em 1973 o JPO (*Joint Program Office*) subordinado ao Comando da Divisão de Sistema Espacial da USAF (*United States Air Force*) recebeu a missão DoD (*Department of Defense*) de estabelecer, desenvolver, testar, adquirir e empregar um sistema de posicionamento espacial para aplicação militar e capaz de gerar uma grade de coordenadas para mísseis, tendo em vista o projeto Guerra na Estrelas (MARTINS, 2001).

O JPO valeu-se de toda tecnologia de processamento de sinais desenvolvida pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), que através do Departamento de Ciência Planetária e Terrestre havia utilizado a técnica de interferometria para rastrear o módulo lunar da Apollo 16, usando um método geodésico conhecido por VLBI (*Very Large Baseline Interferometry*) (MARTINS, 2001).

O GPS em seu estágio atual, pode ser definido como o resultado dos estudos ao longo das últimas décadas nesse tipo de tecnologia, que possibilitou utilizar a fase das ondas portadora da banda L (faixa de micro ondas de frequência em torno de 1 a 3 Ghz e comprimento de onda em torno de 23 cm), para cálculo da trilateração espacial, ou seja através da comunicação com 3 satélites é possível determinar as coordenadas de um ponto na superfície terrestre, no ar ou no mar (LAROCCA, 2004).

Esta tecnologia revolucionou a maneira de como os governos passaram a gerenciar, proteger e demarcar suas fronteiras. Em 1978, foram iniciados os lançamentos dos primeiros satélites conhecidos como NAVSTAR (*Navigation System using Time and Ranging*), originando hoje o conhecido GPS.

Posteriormente, após pressão do Congresso Americano, e devido a excelência em aplicações civis (geodésicas, topográficas, de navegação, de modelagem digital, em simuladores etc.) o governo americano pressionou o Pentágono para realizar a abertura civil do sistema NAVSTAR para uso de outros países (LAROCCA, 2004).

No entanto, somente a partir da década de 90 foi que o GPS se tornou popular. Esse fato foi consequência do avanço tecnológico no campo da microinformática, permitindo aos fabricantes de rastreadores produzirem receptores GPS que processassem, no próprio receptor, os códigos dos sinais recebidos (LAROCCA, 2004).

No Brasil o uso deste aparelho em veículo só veio ser popularizado recentemente pelo Contran (2007, p.1), conforme segue o texto abaixo:

Art. 1º - Fica permitida a instalação e utilização de aparelho gerador de imagem cartográfica com interface de geoprocessamento destinado a orientar o condutor quanto ao funcionamento do veículo, a sua visualização interna e externa, sistema de auxílio à manobra e para auxiliar na indicação de trajetos ou orientar sobre as condições da via, por intermédio de mapas, imagens e símbolos.

Regulamentada recentemente a legalidade do uso desta tecnologia nos veículos do Brasil, vale lembrar, que os aparelhos de GPS veiculares, já passaram por diversos aperfeiçoamentos em outros países da Europa, Ásia e América do Norte, onde os fabricantes já utilizam essa tecnologia como item de série nos veículos que lá circulam.

Segundo o portal eletrônico de informações Infogps (2007), pesquisas recentes realizadas pela empresa *In-Stat* apontam que o mercado de receptores GPS deverá convergir para os dispositivos móveis, incluindo navegadores de carros, telefones celulares, computadores portáteis e uma outra variedade de equipamentos eletrônicos.

Segundo a empresa, as vendas de dispositivos móveis com GPS integrado devem crescer de 180 milhões de aparelhos em 2007 para 720 milhões em 2011. O mercado de

telefones celulares, especialmente com tecnologia WCDMA⁵, será o principal meio de batalha de vendas de produtos com GPS.

Com toda essa perspectiva de popularização da tecnologia, fica evidente a necessidade de utilização da mesma no planejamento e gerenciamento das cidades e no desenvolvimento de novas técnicas e recursos, com o objetivo de melhorar as condições de vida no ambiente urbano.

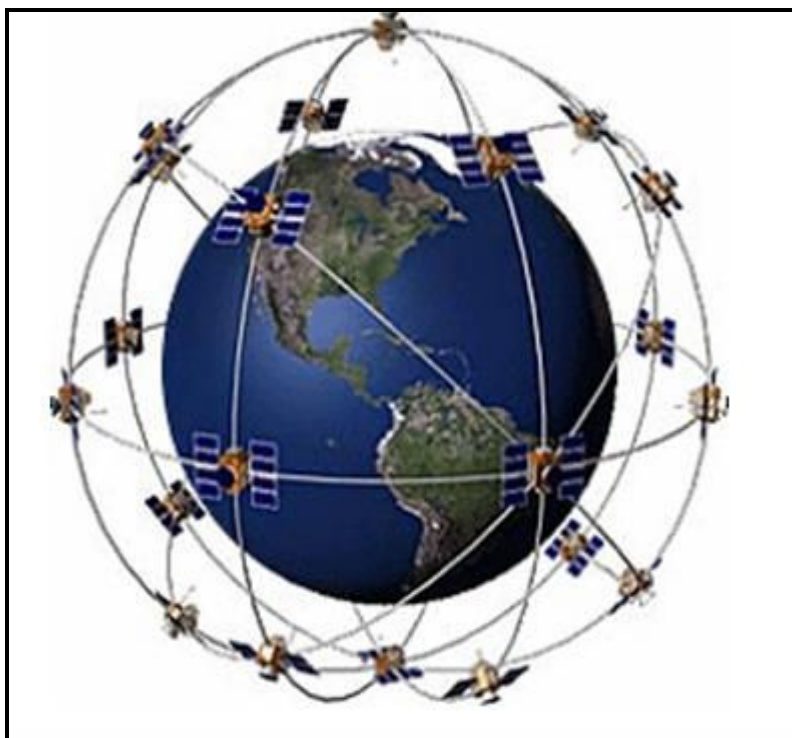


FIGURA 05 - Representação dos 24 satélites que orbitam a terra
Fonte: Garmin GPS

⁵ O WCDMA (*Wideband Code-Division Multiple Access* - Banda Larga de Acesso Múltiplo por Divisão do Código) é um tipo de tecnologia na área da telefonia que oferece velocidades de envio e recepção dados de forma mais rápida que a tecnologias GPRS e o EDGE, e também permite falar e transmitir dados (imagens, arquivos, etc.) ao mesmo tempo.



FIGURA 06 - Aparelho de GPS E-trex (Navegação), Fabricante Garmin, utilizado na pesquisa

3.7.1 Fatores que Afetam a Precisão do Sistema GPS

O Sistema foi originalmente projetado para uso militar, mas em 1980, uma decisão do então presidente Ronald Reagan liberou-o para o uso geral. Na época, o Departamento de Defesa americano implantou um erro artificial no Sistema chamado "Disponibilidade Seletiva", para resguardar a segurança interna do país.

A Disponibilidade Seletiva foi cancelada por um decreto do Presidente Clinton em maio de 2000, pois o contínuo desenvolvimento tecnológico permitiu ao Departamento de Defesa obstruir a precisão do Sistema onde e quando os interesses americanos exigissem. Com o decreto, o erro médio de 100 metros na localização do receptor ficou dez vezes menor.

Um dos fatores que afetam a precisão é a 'Geometria dos Satélites - localização dos satélites em relação uns aos outros sob a perspectiva do receptor GPS. Outra fonte de erro é a interferência resultante da reflexão do sinal em algum objeto, a mesma que causa a imagem "fantasma" na televisão.

3.7.2 Aplicações

Além de sua aplicação óbvia na aviação geral e comercial e na navegação marítima, qualquer pessoa que queira saber sua posição, encontrar seu caminho para determinado local (ou de volta ao ponto de partida), conhecer a velocidade e direção de seu deslocamento pode se beneficiar com o sistema.

A comunidade científica que necessita de informações espaciais com maior grau de precisão, o utiliza por se apresentar como uma ferramenta altamente precisa de localização de acordo com cada aparelho e modelo de aplicação. Durante experimentos científicos de coleta de dados, pode-se registrar com exatidão de micro-segundos (0,000001 segundos) quando na tomada da amostra obtida.

Naturalmente a localização de recolhimento da coordenada torna-se importante quando se considera a comunicação com a rede de satélites. Agrimensores diminuem custos e obtêm levantamentos mais precisos com o GPS. Unidades específicas têm custo aproximado de 3.000 dólares e precisão de 1 metro, mas existem receptores mais caros com precisão de milímetros.

A coleta de dados por estes receptores é bem mais lenta. Guardas florestais, trabalhos de prospecção e exploração de recursos naturais, geólogos, arqueólogos, bombeiros, são enormemente beneficiados pela tecnologia do sistema.

O GPS tem se tornado cada vez mais popular entre ciclistas, balonistas, pescadores, ecoturistas ou por leigos que queiram apenas planejar e se orientar durante suas viagens. Com a sua popularização, um novo conceito surgiu na agricultura: a agricultura de precisão.

Uma máquina agrícola dotada de receptor GPS armazena dados relativos à produtividade em um cartão magnético que, tratados por programa específico, produz um mapa de produtividade da lavoura. As informações permitem também otimizar a aplicação de corretivos e fertilizantes. Lavouras americanas e européias já utilizam o processo que tem enorme potencial em nosso país.

Dentre as diversas aplicações do GPS, o seu uso na preservação dos recursos naturais, tem ajudado profissionais especializados (como engenheiros urbanos, florestais, biólogos e geógrafos) a orientar seus mais diversos trabalhos onde neste setor podem-se rastrear desmatamentos, focos de incêndio naturais, criminosos ou acidentais.

O uso do GPS permite também fazer levantamentos de tipos de solo, pragas e doenças que atacam plantas, além do planejamento de zoneamentos ambientais. Locais onde

ocorreram prejuízos com a seca ou as cheias podem ser facilmente mapeados com alto grau de precisão.

Esse sistema também pode ser utilizados para implementar a reforma agrária, pois permite descobrir o verdadeiro tamanho das fazendas e definir com precisão áreas para desapropriação.

Outras aplicações do GPS podem ser destacadas no campo automobilístico, com a popularização do sistema a navegação nos centros e entre centros urbanos pode ser auxiliada por um monitoramento digital que permite localizar rotas e endereços através de coordenadas geográficas ou endereços de logradouros dependendo do tipo de aparelho.

No planejamento urbano, toda a infra-estrutura (ruas, transportes, saneamento, energia elétrica) pode ser mapeada com o GPS, o que permite detectar as regiões mais carentes desses serviços e as obras necessárias (CIAGI, 2004).

3.7.3 Limitações

A leitura da altitude fornecida pelo receptor é muito afetada pelo erro do sistema. Existem receptores GPS com altímetro barométrico convencional, que permite maior precisão. Os sinais dos satélites não penetram em vegetação densa, vales estreitos, cavernas ou na água. Montanhas altas ou edifícios próximos também afetam sua precisão.

3.8 OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) E O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS)

O SIG - Sistema de Informações Geográficas (termo equivalente em inglês: *GIS - Geographical Information Systems*), é compreendido como um conjunto poderoso de ferramentas que é empregado para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real em um plano computacional através de trabalho conjunto de equipamentos de informática e programas voltados para um objeto específico.

Esta definição enfatiza as ferramentas de SIG: *hardware*, *software*, bancos de dados e sistema de gerenciamento de banco de dados. Outros autores entendem que o SIG é definido

como um sistema de captação, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georreferenciados.

Conforme compilações de Farias (2003), diversas definições sobre o SIG na literatura especificam, são encontradas e conceituadas por vários autores, estrangeiros e brasileiros; cada um enfatizando as características peculiares ao SIG.

As principais características do SIG são: a capacidade de inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastrais, urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno e a de oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Pode-se considerar como informação geográfica, o conjunto de dados (Figura 07) cujo significado contém associações ou relações de natureza espacial. Esses dados podem ser representados de forma gráfica pontos, linhas e polígonos (Figura 08), numéricos (caracteres numéricos) ou alfanuméricos (combinação de letras e números).

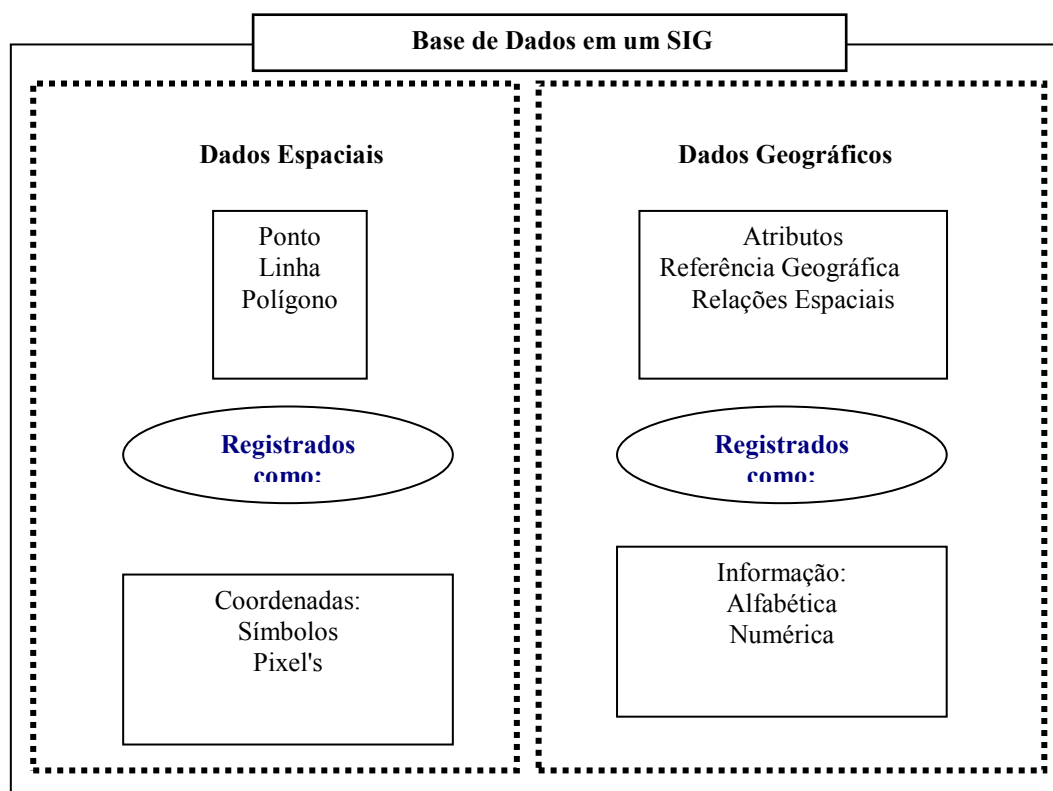


FIGURA 07 - Dados Espaciais ou Geográficos
FONTE: Adaptado de Farias (2003)

Existem basicamente duas formas distintas de representar dados espaciais em um SIG: Vetorial (Vetor) e Matricial (*Raster*).

Os mapas são abstrações gráficas nas quais linhas, sombras e símbolos são usados para representar as localizações de objetos no mundo real. Os mapas são compostos de pontos, linhas de polígonos. Internamente, um SIG representa os pontos, linhas e áreas como conjuntas de pares de coordenadas (x, y ou longitude e latitude).

Os pontos são representados por apenas um par. Linhas e áreas (polígonos) são representadas por seqüências de pares de coordenadas, sendo que nos polígonos o último par coincide exatamente com o primeiro (Figura 04).

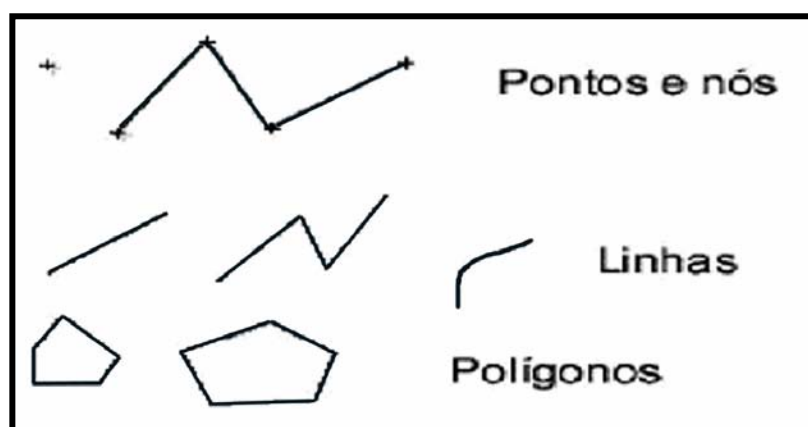


FIGURA 08 - Informação de natureza gráfica
FONTE: Farias (2003)

Desta forma, são armazenadas e representadas no SIG as entidades do mundo real que são representáveis graficamente no modelo vetorial. No entanto, o SIG precisa ser capaz de extrair mais resultados destas informações. Para isso conta com um conjunto de algoritmos que lhe permitem analisar topologicamente as entidades espaciais.

O formato matricial ou *raster* é outro formato armazenado no SIG. Neste formato tem-se uma matriz de células, às quais estão associados valores, que permitem reconhecer os objetos sob a forma de imagem digital. Cada uma das células, denominada de pixel, é endereçável por meio de duas coordenadas (linha e coluna).

Os dados alfanuméricos ainda podem ser subdivididos em dois tipos: atributos dos dados espaciais e atributos georreferenciados. O primeiro caso refere-se aos atributos que fornecem informações descritivas acerca das características de algum dado espacial.

Esse tipo de atributo está ligado aos elementos espaciais através de identificadores comuns, normalmente chamados de geocódigos, que estão armazenados tanto nos registros alfanuméricos como nos espaciais. Podem fornecer informações quantitativas ou qualitativas associadas às feições espaciais pontos, linhas ou polígonos (áreas) representados na base de dados. Os atributos georreferenciados são dados cuja única preocupação é georreferenciar alguma característica específica, sem descrever as suas feições espaciais.

O SIG é um *software* do tipo SGBD (Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados). Distingue-se, no entanto, dos tradicionais SGBD's na medida em que estabelece uma associação de registros de natureza alfanumérica com a informação de natureza gráfica – pontos, linhas e polígonos (Figura 09), gerada através de *software* de desenho, incluído ou não no próprio *software* SIG, identificando locais e situações no sentido geográfico.

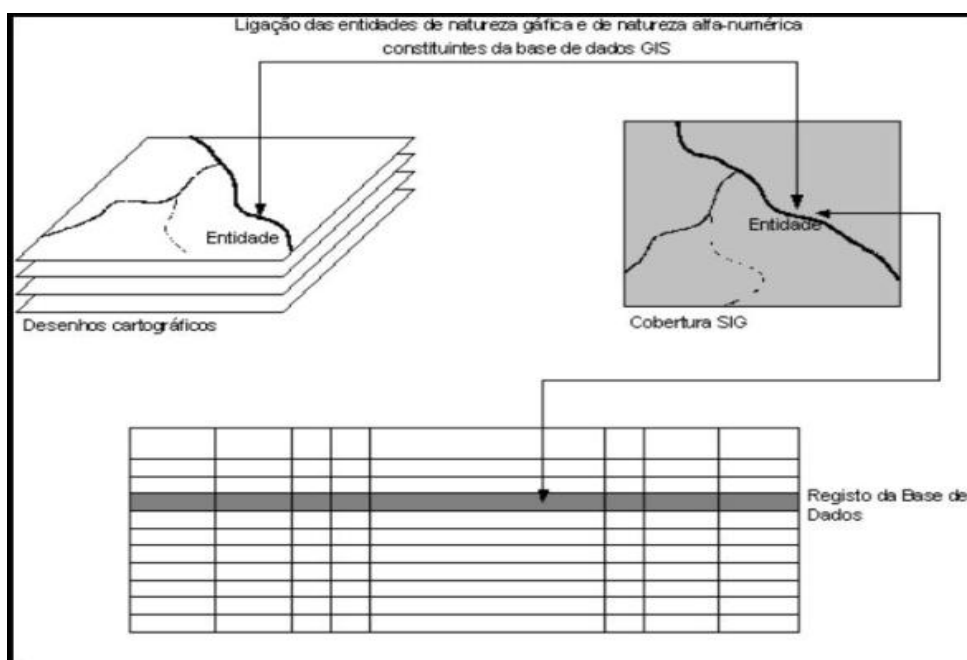


FIGURA 09 - Ligação de entidades de natureza gráfica e de natureza alfanumérica constituindo um banco de dados SIG

FONTE: Farias (2003).

Nos SIG's, camada ou *Layer* é a separação lógica de informação cartográfica de acordo com o tema (Figura 10). Uma camada é sempre um conjunto de objetos do mesmo tipo (só pontos, linhas ou só polígonos - condição obrigatória em SIG) ou um conjunto de objetos de tipos diferentes (em sistemas CAD).

Segundo a nomenclatura do *software* Arc Info®, a camada é designada por tema no nível conceitual e por cobertura no nível físico. Por exemplo, o tema do mundo “real” hidrografia é constituído por polígonos, linhas e pontos. Trata-se de um tema que tem de ser subdividido em várias coberturas por representar objetos de diferentes naturezas: polígonos, linhas e pontos.

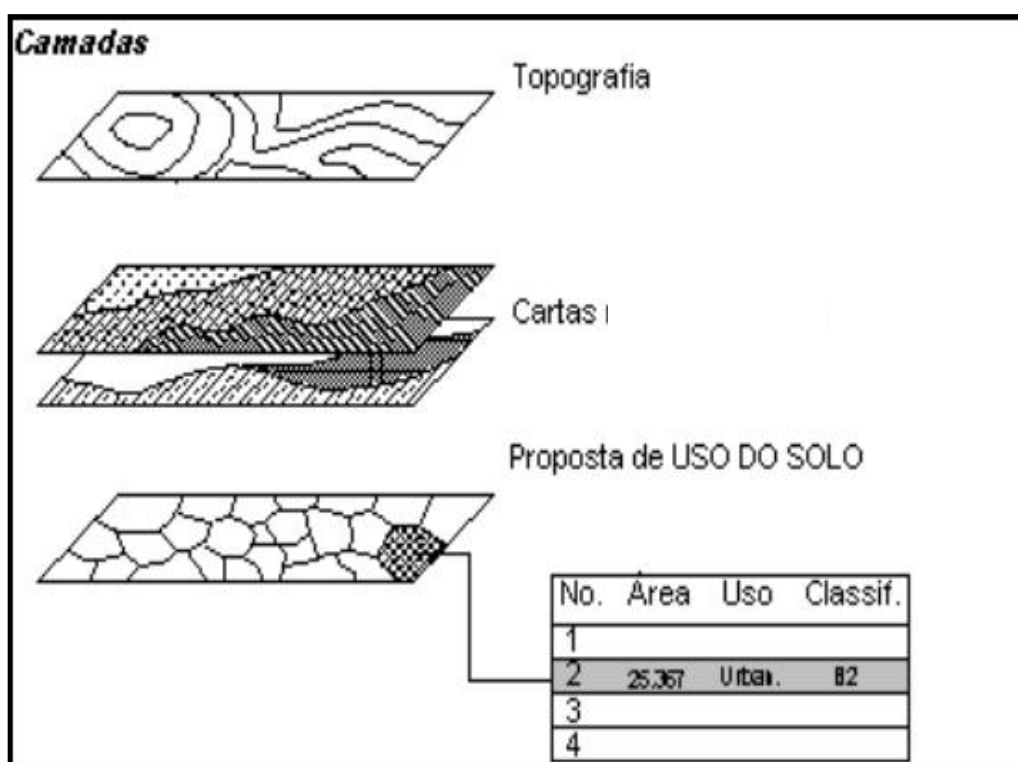


FIGURA 10 - Camadas identificando locais e situações no sentido geográfico dentro de um ambiente SIG
FONTE: Farias (2003).

3.9 O SIG TRANSCAD

Segundo a Calliper (2008), fabricante do *software* TRANSCAD, o programa foi o primeiro SIG projetado especificamente para o uso profissional na área de transportes. Esse *software* foi projetado para armazenar, indicar, controlar, e analisar dados do transporte.

O TRANSCAD (Figura 11) pode combinar os SIG's e os transportes modelando potencialidades em uma única plataforma integrada, fornecendo as potencialidades que são indisponíveis em outros pacotes de *softwares*. Geralmente é utilizado para todas as

modalidades de transporte, em toda a escala ou nível do detalhe. As principais características do TRANSCAD são:

1. Um poderoso procedimento de processamento dentro dos SIG's com extensões especiais para o transporte;
2. Utiliza visualizações e ferramentas de análise projetadas para aplicações em transportes; e
3. Possui módulos de aplicação para o roteamento, analisando demanda de custo, o trânsito público, a logística, posição de local e a gerência do território.

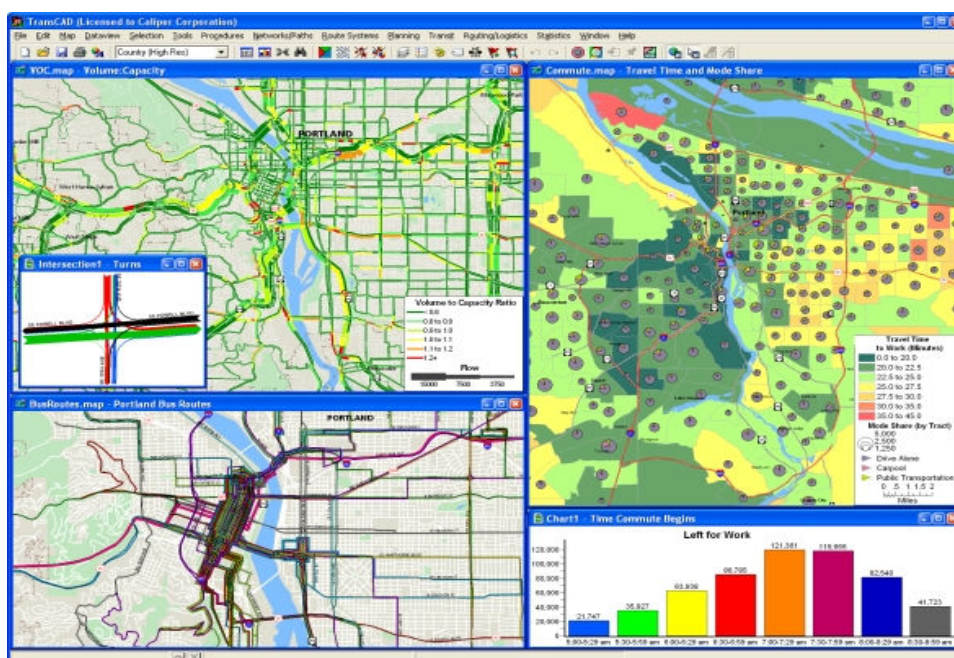


FIGURA 11 - Tela de trabalho do SIG-t TRANSCAD

Esse *software* possui aplicações para muitos dos tipos de dados e modalidades em transportes, sendo considerado apropriado para sistemas de sustentação da informação e da decisão em transporte e suas redes e cadeias logísticas.

Possuindo recursos avançados, destaca-se de outros *softwares* pois permite usar, criar e customizar mapas, configurar e manter séries de dados geográficos e executar tipos diferentes de análise espacial. Possui ainda recursos tais como: folha de prova, proteção (*buffering*), Geocodificação de polígono (*geocoding of polygon*), e tem uma arquitetura de

sistema aberto onde os dados de suporte podem ser compartilhados em redes locais ou de longa distância.

Basicamente, a escolha de utilização do TRANSCAD na pesquisa deve-se as vantagens oferecidas pelo mesmo. Primeiro, os SIG's tornam possível a utilização de modelos de planejamento mais adequados e exatos. As distâncias da rede e os tempos do percurso são baseados na forma real da rede em uma representação correta de interligações das estradas.

Também, com redes poder-se-ia especificar atributos complexos da estrada tais como exclusões de caminho, atraso em interseções, em ruas de sentido único e em inserção de zonas com novas construções de vias.

Em segundo, o processo modelagem em transportes, tornava-se mais eficiente, onde a preparação de dados era facilitada pelas potencialidades da base de informações e do visualizador de procedimentos que detectavam falhas antes que essas causassem problemas e a terceira vantagem era o uso de equações modelagem podendo ser aplicadas em diferentes subáreas geográficas.

Várias aplicações com o TRANSCAD vêm sendo desenvolvidas no Brasil, a exemplo de diversas pesquisas aplicadas recentemente na roteirização de distribuição de mídias impressas (jornais, revistas, boletins, etc.); coleta e descarga de resíduos sólidos; deslocamentos de cargas e pessoas por transporte público, análise e definição de zonas de tráfego; coordenação de semafórica; cadastramento e gerenciamento de linhas de ônibus e avaliação da acessibilidade aos transportes (SILVA, 1997).

3.10 COMENTÁRIOS

Nos ambientes urbanos a estratificação social reflete o complexo mecanismo de distribuição de renda e conseqüentemente da qualidade de vida das pessoas. Como o convívio social é regido pelo emprego de regras, a sociedade faz cotidianamente o uso direto dos conceitos de acessibilidade e mobilidade, mesmo que não se dê conta do emprego destes conceitos; onde em muitos casos, são objeto de confusão semântica.

Isso ocorre em função do relacionamento do uso do sistema de transportes ao uso do solo, onde os indivíduos desenvolvem suas atividades. Assim, na área de transportes, tanto um conceito como o outro, compreendem as reais necessidades relacionadas à distância a ser percorrida, como ao modo e a maneira da forma como ela vai ser realizada, considerando os

fluxos migratórios que refletem a divisão dos espaços urbanos em suas zonas periféricas e centrais através dos vetores de ligação.

Facilmente as vias urbanas são representadas por vetores de ligação nos ambientes computacionais. Na composição de tais vetores, a presença dos elementos de atrito nas vias são cada vez mais cruciais no exercício da roteirização, acessibilidade e da mobilidade urbana. Assim elementos como; tipo de via, geometria, pavimento, condições de circulação, etc., afetam gravemente o deslocamento dos veículos de emergência, retirando destes, em muitos casos, a opção de rapidez e agilidade durante o deslocamento e na escolha e execução da melhor rota.

Escolher a melhor rota significa levar em conta determinado contingente de variáveis de circulação, assim como considerar dentro do processo de roteirização, problemas do tipo Caixeiro Viajante (*traveling salesman problem*), onde para executar um menor caminho, o veículo de emergência tem que visitar uma série de pontos estabelecidos por uma condição adversa e imprevisível.

Nesse contexto, as experiências internacionais mostram que para realizar o processo de roteirização em tempo real, é fundamental o uso maciço de uma grande gama de investimentos, estrutura e aparatos tecnológicos, a exemplo do Japão com o UTMS e de Singapura com o RTT - GPS.

Ainda assim, até a presente data, não é possível roteirizar, acompanhar e diagnosticar a partir das condições do trânsito em tempo real. Somente o sistema, denominado de *Real Time Traffic GPS Navigation Singapore*, conseguiu realizar esta tarefa em intervalos médios de cinco minutos.

Frente a real condição do Brasil, não demora muito perceber a distância tecnológica que compõe o sistema mencionado com a disponibilidade de meios e recursos em nível local.

Assim, sendo indisponíveis tais recursos nesse momento, restou-se testar uma ferramenta que funcionasse de forma analógica associando o uso do GPS a um SIG-T, através de procedimentos de modelagem em transportes, sem a necessidade abastecimento em tempo real, mas de forma prática e contextualizada para auxiliar na escolha da rota através da coleta e processamento de informações e dinâmicas locais, procedimentos esses abordados nos capítulos seguintes.

CAPÍTULO 4

PREPARAÇÃO E COLETA DOS DADOS

4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo trata do conjunto de ações necessárias para a realização da coleta de dados, entendendo que os procedimentos necessários para a avaliação de uma ferramenta da natureza descrita no capítulo anterior, exigem a coleta de dados, o acompanhamento, o relacionamento e o tratamento de uma série de parâmetros e variáveis que são capazes de influenciar, definir e gerenciar os resultados reproduzidos no produto final em nível local.

Elementos como acessibilidade, capacidade da via, geometria, tipo de pavimento, número de faixas de tráfego, interseções, número e tipo de redutores de velocidade, condições de drenagem, nível de serviço da via, hora do dia, época do ano e condições climáticas, determinam diretamente o tempo de resposta esperado em um serviço de atendimento pré-hospitalar de emergência.

Assim, de acordo com o objetivo da pesquisa e com os procedimentos preparatórios de adotados, a metodologia de preparação e coleta de dados foi dividida em 04 (quatro) etapas distintas: Configuração e uso da base cadastral, registro da velocidade e do tempo, definição do período de coleta de dados e coleta de dados.

4.2 A CIDADE DE JOÃO PESSOA

A cidade de João Pessoa é a capital do estado da Paraíba, sendo o município mais populoso, apresenta uma população de 674.762 habitantes segundo o IBGE. Fundada em 1585 com o nome original de Filipéia de Nossa Senhora das Neves, João Pessoa é a terceira cidade mais antiga do Brasil e também a última a ser fundada no país no século XVI (GNU, 2008).

Localizada na porção mais oriental das Américas e do Brasil, com longitude oeste de 34°47'30" e latitude sul de 7°09'28". A altitude média em relação ao nível do mar é de 37 metros, com altitude máxima de 74 metros nas proximidades do rio Mumbaba, predominando em seu sítio urbano terrenos planos com cotas da ordem de 10 metros, na área inicialmente urbanizada (GNU, 2008).

O clima da cidade é quente e úmido, do tipo intertropical, com temperaturas médias anuais de 26°C. A estação chuvosa inicia-se em março e termina em agosto. São duas estações climáticas definidas, as chuvas ocorrem no período de outono e inverno e durante

todo o resto do ano o clima é de muito sol. A denominação mais usual para o clima da cidade é o de tropical úmido (GNU, 2008).

Diante deste breve memorial sobre a cidade e dando prosseguimento ao estudo, João Pessoa apresentou segundo o Ministério da Saúde em 2005, índices proporcionais de internações hospitalares (SUS) por causas externas que lhe classificou nas seguintes posições no cenário nacional: a 6ª capital brasileira em maior número de internações por intoxicação, a 7ª em internações por agressões, a 11ª em internações por causas oriundas de acidentes de transporte, a 17ª em internações por queda, a 23ª por lesões auto-provocadas e a 10ª em internações pelas demais causas externas.

Ainda deve ser ressaltado que, frente aos dados relativos aos índices de concentração de população nas áreas urbanas, João Pessoa ocupa a 25ª posição na lista das cidades mais populosas do país. Tal fato reforça mais ainda a necessidade de atenção especial aos serviços de saúde, quando comparamos os índices proporcionais de internações hospitalares (SUS) a sua posição entre as cidades mais populosas do Brasil.

Neste contexto percebe-se a necessidade efetiva de funcionamento do serviço médico de urgência e emergência, para o atendimento das vítimas desses acontecimentos entendendo que, a demanda por este serviço na capital já efetivamente registrou 240.968 chamados no período de 01/12/2006 a 05/05/2008 segundo a central de regulação do SAMU João Pessoa.

4.3 CONFIGURAÇÃO E USO DA BASE CADASTRAL

4.3.1 Construção da Base Digital e Seleção da Área para Aplicação do Protótipo

A obtenção da área de aplicação do protótipo foi feita com a definição inicial dos limites de abrangência, neste caso, as fronteiras viárias do município de João Pessoa/Pb. Foram consideradas duas frações de espaço que integraram a área de estudo. A primeira fração foi àquela responsável pela obtenção dos dados reais de locomoção dos veículos de emergência, que abrange o perímetro total das vias municipais.

A segunda compreende a parte da malha viária dos bairros Água Fria, José Américo, Bancários, Castelo Branco e parte do trecho urbano da BR-230. A escolha da segunda fração de área ocorreu pelo fato do protótipo de roteirização ser desenvolvido para aplicação em âmbito local (área do pré-teste), por estes bairros reunidos apresentarem as tipologias de vias

em que o protótipo se baseou para aferir os dados necessários e por fim, pelo fator tempo disponível para realização da pesquisa, já que a ampliação da área de abrangência poder ser feita a qualquer tempo, pela reaplicação da metodologia a todo sistema viário da cidade.

Neste processo, foi adotado como base digital de referência as plantas produzidas pela Prefeitura Municipal da Cidade de João Pessoa, cedidas pela Superintendência de Transporte e Trânsito da Capital – STTrans, (Figura 12).

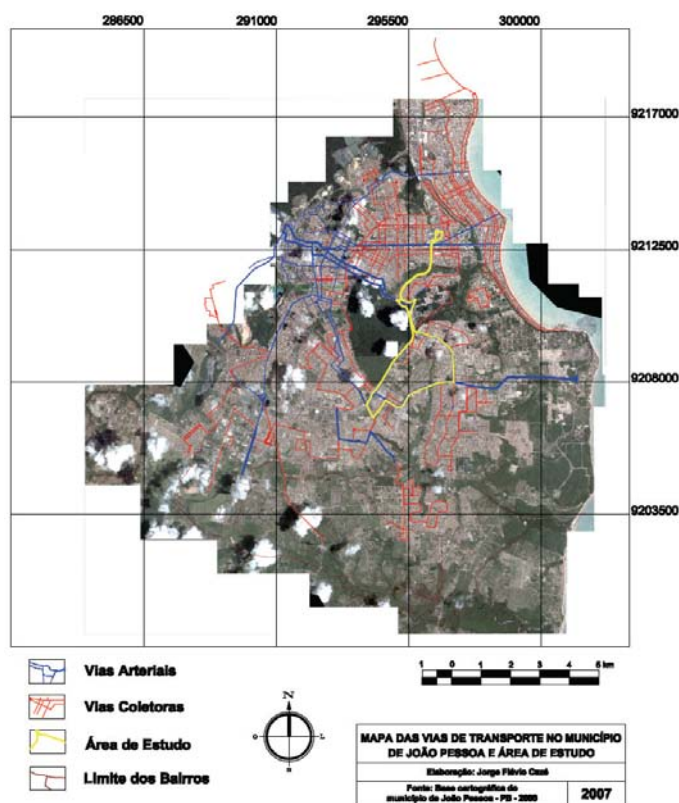


FIGURA 12 - Representação do mapa das vias arteriais e coletoras de João Pessoa com delimitação da área de estudo. - Vide Mapa 1 (versão ampliada)

A construção da base digital trabalhada deu-se através da sobreposição de camadas por intermédio de programa do segmento CAD, a fim de criar polígonos para delimitação de bairros e segmentos de retas para representar os eixos viários da cidade.

[Visualizar o arquivo na pasta MAPAS](#)

MAPA 01 - Vias arteriais e coletoras de João Pessoa com delimitação da área de estudo

O processo de adequação do mapa base foi calibrado de acordo com os pontos de georeferenciamento das informações cadastrais. Após isso, foram inseridas as latitudes e longitudes dos pontos de referência, definido a escala de trabalho do mapa, de acordo com a necessidade de visualização, e por fim editados os vetores viários do mapa produzido.

Após o alinhamento das informações cartográficas, foram atribuídos a estes polígonos e vetores informações espaciais através de um programa do tipo SIG, a fim de possibilitar em um momento posterior a análise da base de dados indexada pelas informações vetoriais.

4.3.2 Verificação e Correção do Georeferenciamento da Área Escolhida

Após a construção do mapa base e a inserção dos dados iniciais, foram verificadas várias inconsistências de dados e informações espaciais. O primeiro fator a ser corrigido foi o alinhamento dos eixos viários nas dimensões internas dos bairros, pois foi constatado que a camada dos eixos viários não estava alinhada com a delimitação da testada dos lotes do mapa de uso e ocupação do solo da cidade.

Quando o arquivo do tipo SHP (*Shape file*) da divisão de bairros foi sobreposto pelo arquivo da extensão das vias, precisou ser efetuado o realinhamento da camada por apresentar erros de georeferenciamento, os quais se aproximavam da ordem de 20m de diferença das informações de um arquivo para outro (Figura 13).

Foi necessário realizar o georeferenciamento para o sistema geodésico de referência SAD-69 (antigo Córrego Alegre), que tem como correspondente no software TRANSCAD o elipsoide GRS-67, e como área de cobertura os países da Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Venezuela e etc., conforme a lista de elipsoides no manual do Software.

Posterior a essa operação, foi realizada uma coleta de três pontos distintos através de um aparelho de GPS do tipo Garmin E-trex, para aferir a precisão da informação espacial criada. Os pontos coletados para aferição do georeferenciamento foram: Ponto 01 – Base do SAMU-JPA, coordenadas: 7°10'11.31"S / 34°51'49.66"O, Ponto 02 – Centro de Cidadania de Mangabeira, Coordenadas: 7°10'15.38"S / 34°50'18.32"O, e Ponto 03 – Hospital de Emergência e Trauma de Senador Humberto Lucena em João Pessoa, Coordenadas: 7°7'0.95"S / 34°50'35.80"O.



FIGURA 13 - Desalinhamento dos eixos viários no arquivo *.Shp
FONTE: Imagem obtida por exportação do *Google Earth*, 2007.

Após a coleta dos pontos e suas respectivas transferências para o mapa construído, foi verificada a convergência para localização correta no mapa, onde se aferiu a compatibilidade do georeferenciamento e das informações.

Com esse procedimento foi corrigida grande parte das incompatibilidades de informações cadastrais e de coordenadas geográficas apresentadas pelo mapa de que representava o município de João Pessoa, produzido no ano de 1998 e que estava em processo de atualização durante o ano de 2007.

4.3.3 Criação de um Banco de Dados de Linhas e Pontos

O processo de criação de um banco de dados exige inicialmente a resposta de algumas perguntas, como por exemplo: que finalidade terá o banco de dados? Que tabela ou quais tabelas irão compor a matriz de dados? Que dados serão acessados e ou utilizados com mais frequência? e por fim, como este banco de dados poderá ser alimentado?

Um banco de dados refere-se à concentração de uma gama de informações que necessitam ser analisadas isoladamente em etapas, ou em outros casos, simultaneamente. No caso desta pesquisa, era necessário criar um banco de dados que reunisse informações do comprimento da via, nome, velocidade média operacional e tempo de percurso por vetor, mantendo relação com os elementos de restrição nas vias.

O fator tempo, foi elencado como dado mestre para alimentar o algoritmo de modelagem de roteamento do *software* TRANSCAD. O algoritmo do programa escolhia a melhor rota pelo somatório do menor intervalo de tempo, respeitando as restrições viárias e levando em consideração que o menor tempo era obtido pela relação entre as variáveis velocidade e distância.

Dentro dos parâmetros de velocidade (velocidade operacional do veículo) foram levados em consideração todos os elementos descritos inicialmente no parágrafo anterior e referente aos parâmetros técnicos.

Constantemente os dados mais acessados no banco de dados são aqueles que determinam os parâmetros de calibragem do procedimento e modelagem. Em um banco de dados com um acesso adequado, as informações geralmente possibilitam os mais diversos tipos de consultas e mostram isoladamente ou simultaneamente as informações desejadas naquele instante (Figura 14).

A modelagem depende diretamente da consulta que mostra o conjunto e/ou o subconjunto de dados, que é necessário para articular as combinações de dados de diferentes colunas, linhas e tabelas.

Um fator muito importante associado aos bancos de dados, diz respeito à realimentação do mesmo. Um banco de dados deve estar aberto à realimentação de informações para que se mantenha atualizado e que os procedimentos de modelagem não venham a apresentar erros, decorrentes de dados que não mais representam o atual cenário.

Length	Dir	NOME_DA_VIA	VELOCIDADE	TEMPO_HORAS	TEMPO_MINUTOS	TEMPO_SEGUNDOS	FRACAO_MIN	TEMPO_FINAL
2.03	0	BR-230	110	0.018	1.11	66.3	0.11	1.06
0.58	0	AV. SERGIO GUERRA	25	0.023	1.39	83.2	0.39	1.23
0.08	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.001	0.08	4.6	0.08	0.05
0.04	0	RETORNO	20	0.002	0.11	6.3	0.11	0.06
0.07	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.001	0.07	4.0	0.07	0.04
0.03	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.001	0.03	1.9	0.03	0.02
0.03	0	RETORNO	20	0.002	0.10	6.3	0.10	0.06
0.03	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.001	0.03	1.8	0.03	0.02
0.10	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.002	0.10	6.0	0.10	0.06
0.07	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.001	0.07	4.4	0.07	0.04
0.02	0	RETORNO	20	0.001	0.06	3.3	0.06	0.03
0.05	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.001	0.05	3.1	0.05	0.03
0.27	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.005	0.27	16.3	0.27	0.16
0.02	0	ROTATORIA JOSE AMERICO	40	0.000	0.03	1.5	0.03	0.02
0.01	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.000	0.01	0.3	0.01	0.00
0.01	0	ROTATORIA JOSE AMERICO	40	0.000	0.02	1.3	0.02	0.01
0.22	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.004	0.22	13.5	0.22	0.13
0.01	0	ROTATORIA AGUA FRIA	40	0.000	0.02	1.2	0.02	0.01
0.02	0	ROTATORIA JOSE AMERICO	40	0.000	0.03	1.6	0.03	0.02
0.23	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.004	0.23	13.5	0.23	0.14
0.02	0	ROTATORIA JOSE AMERICO	40	0.000	0.03	1.7	0.03	0.02
0.00	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.000	0.00	0.1	0.00	0.00
0.24	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.004	0.24	14.4	0.24	0.14
0.02	0	RETORNO	20	0.001	0.05	2.9	0.05	0.03
0.23	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.004	0.23	13.7	0.23	0.14
0.18	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.003	0.18	10.7	0.18	0.11
0.02	0	RETORNO	20	0.001	0.05	3.1	0.05	0.03
0.53	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.009	0.53	32.1	0.53	0.32
0.02	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.000	0.02	0.9	0.02	0.01
0.01	0	RETORNO	20	0.001	0.04	2.5	0.04	0.02
0.18	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.003	0.18	11.0	0.18	0.11
0.02	0	AV. HILTON SOUTO MAIOR	60	0.000	0.02	1.0	0.02	0.01
0.02	0	GIRADOR CIEF	30	0.001	0.04	2.2	0.04	0.02
0.10	0	RIA PROJETA DA 54	40	0.003	0.15	9.1	0.15	0.09

FIGURA 14 - Banco de dados utilizado na modelagem no TRANSCAD

O simples fato de alterar o sentido de circulação de uma rua, ou instalar redutores de velocidade em uma avenida compromete em certo grau o procedimento de modelagem, pois a comprometerá a roteirização por não estar respeitando as restrições e no segundo caso velocidade operacional da via sofrerá alteração.

4.3.4 Catalogar os Elementos de Atrito na Via

Na configuração e uso da base cadastral, é imperativo catalogar por segmento de via os elementos de atrito, pois estes elementos influenciam diretamente na velocidade operacional do veículo.

Os sistemas viários nos ambientes urbanos são compostos por diferentes combinações de vias, conforme define o Código de Trânsito brasileiro (CTB): Trânsito Rápido, Arteriais, Coletoras e Locais. Além da classificação do CTB, as vias apresentam diferentes geometrias, pavimentos, declives e acíves.

Nas vias urbanas convencionais as características dos pavimentos são projetadas em sua maioria para o tráfego de automotores, onde a configuração da rede viária para pedestres e portadores de mobilidade reduzida são menos favorecidas, forçando a esses usuários a dividir espaço com os veículos nas faixas de circulação.

Dentre os elementos de atrito das vias, os inibidores de velocidade, são responsáveis pela redução da velocidade de circulação no vetor viário, e apresentam-se tanto na forma de obstáculos físicos (lombada), como em meio eletrônico a exemplo dos Redutores Eletrônicos de Velocidade (REV's) e Detectores Eletrônicos de Velocidade (DEV's).

Cada vez se mostra mais importante controlar a velocidade em algumas vias, utilizando os recursos disponíveis como: sobre-elevação nas pistas de rolamento, lombada, troca de pavimentos em faixa de pedestre, desvio do tráfego intenso para outras vias, ruas em *slalom* (curva e contra-curva continua em "S"), alteração do eixo da via, uso de alamedas (leito estreito apresentando ou não canteiro central).

Porém, no entanto é necessário tomar a devida cautela para não retardar também o trânsito dos veículos de emergência, que gozam de livre circulação, parada e estacionamento conforme o Art. 29, Inciso VII, do CTB.

Todos esses elementos citados acima entre os demais, devem ser mapeados a fim de possibilitar a facilitação da escolha do melhor caminho que nem sempre é o menor, principalmente no caso dos veículos de emergência.

Esses veículos em sua grande maioria dependem diretamente das generalidades das vias, que devem possuir uma interface que possibilite o deslocamento em segurança entre a origem e o destino.

As vias devem conter em sua composição mecanismos de entrada e saída no sistema, acesso e espaço para estacionamento e parada na via ou fora dela não ocasionando, ou ao menos, minimizando as dificuldades geradas pelas interrupções por conexões do sistema, objetivando minimizar o tempo real de viagem.

4.4 REGISTRO DA VELOCIDADE E DO TEMPO

4.4.1 Preparação Inicial para a Coleta de Dados

Para efetuar as primeiras coletas de dados a fim da execução do pré-teste, foi necessário planejar e organizar os procedimentos preparatórios de coleta. Nesta etapa, foram

levantadas e revisadas todas as ações e equipamentos; desde os mecanismos de coleta das informações até as autorizações de tripulação da ambulância com comunicação de acompanhamento a equipe médica de plantão.

Esses procedimentos englobaram também a elaboração do *check-list* e a revisão e acomodação e conferência de materiais utilizados, sendo a revisão feita antes da partida para o atendimento das ocorrências.

Na realização do trabalho de campo, colocaram-se todos os procedimentos anteriores em prática, observando todos os aspectos que foram planejados, onde também observou-se a importância, de se realizar os registros elementares sem perda de dados por falta de equipamentos ou materiais que deveriam estar embarcados no veículo no instante da ocorrência.

Observando-se a coleta dos dados composta por indicadores, vetores, e matrizes informacionais, a captura das informações e o registro dos aspectos complementares foram concordantes com o objeto definido e destinado a ser analisado, podendo estes serem registrados através de equipamentos eletrônicos e por outros meios de anotações simultaneamente.

No retorno a base, foi fundamental antes de qualquer outra atividade a transferência das informações para um computador como forma de preservar as informações, para não haver perda dos dados por acidentes na manipulação dos equipamentos nas próximas ocorrências. Assim como a manutenção dos equipamentos utilizados juntamente com o levantamento de perdas e ou comprometimentos do maquinário e ou membros da equipe.

Concluída esta etapa e tomadas às devidas providências quanto ao registro de dados e conferência do material, foi necessário à observação dos cuidados básicos e também de alguns procedimentos voltados ao processamento e a sistematização das informações e/ou dados obtidos, visando à obtenção de fontes confiáveis para a continuidade dos trabalhos em gabinete.

Depois de condensados, processados e tratados os dados, foram definidas as formas pelos quais os dados seriam aproveitados e divulgados de forma ampla e aberta, culminando na continuidade das próximas etapas deste trabalho.

4.4.2 Coleta a Partir dos Registros de Ocorrências Reais

O processo de aferição da velocidade e do tempo dos veículos de emergência do SAMU-JPA foi realizado ao longo de 10 meses durante o ano 2007, especificamente no período previsto entre fevereiro a novembro.

A escolha deste intervalo de tempo foi justificada pela sazonalidade da dinâmica de circulação na cidade de João Pessoa. No primeiro e no último mês do ano, o número de veículos circulando nos perímetros viários da cidade se alteram devido à temporada de festas natalinas em conjunto com as comemorações de passagem de ano e respectivamente, as férias escolares que em alguns casos coincidem com as férias do setor público em suas três esferas.

Para a realização das coletas foram utilizados os seguintes equipamentos: GPS de navegação com tempo de registro automático, câmera de filmagem digital (com disco de armazenamento interno) e com cronômetro progressivo acompanhado de registro de data, hora, minuto, segundo e milésimo de segundo, máquina fotográfica digital e prancheta com planilha de anotação dos registros.

Para registrar a velocidade e o tempo dos veículos de emergência em uma situação real, foi necessário solicitar autorização à gerência municipal do serviço, que liberou o acesso ilimitado às instalações e as diligências do serviço no acompanhamento dentro dos veículos.

O registro feito através do GPS com intervalo temporal de 5 segundos, agrupava todas as informações sobre percurso realizado, a exemplo da: Velocidade mínima, velocidade máxima, velocidade média, data, hora de cada registro em intervalos de cinco segundos, velocidades mínima, máxima e média em declive, velocidades mínima, máxima e média em aclave, distância total, distância por segmento de registro, altitude em relação ao nível do mar, e coordenadas de cada ponto, assim como a rota executada.

Os elementos de atrito foram identificados através dos registros feitos com a câmera de filmagem, utilizada para capturar toda a ocorrência desde o acionamento na base até o destino hospitalar.

Neste procedimento, foram cruzadas as informações do GPS e a imagem de satélite, com o conteúdo final da filmagem, onde conseguiu-se identificar fielmente todas as variações de velocidade e quais os elementos de atrito que influenciaram no deslocamento e na rota, naquele instante durante a ocorrência (a presença de lombada, a qualidade do pavimento, as condições do trânsito, etc.) assim como, os locais em que ocorreram.

Durante os registros ao longo da pesquisa sempre houve o uso da ética nos procedimentos, sendo extremamente necessário não expor sob hipótese alguma as vítimas das

ocorrências e os profissionais envolvidos nelas. Por tal motivo, foram analisados apenas as situações e os dados coletados e em qualquer outro momento não serão atribuídos nomes e nem datas as ocorrências por respeito à privacidade das informações e ao código de ética e postura na pesquisa.

Dentro da ambulância, acompanhar as ocorrências reais exige do indivíduo alto grau de controle emocional⁽⁶⁾. Não sendo tarefa das mais fáceis manter a calma, quando se está exposto à intensa pressão psicológica ao presenciar situações onde as emergências faziam uso de todos os recursos necessários para conseguir resgatar vítimas com vida.

Dentro do veículo, sempre se deve seguir estritamente as regras operacionais no serviço, sendo o uso dos equipamentos de segurança imprescindíveis, inevitáveis e obrigatórios. O acompanhamento deve sempre ser feito no banco da retaguarda da cabine, deixando o assento do motorista e do médico e/ou do auxiliar de enfermagem sempre disponível.

Durante as ocorrências onde era necessária a intervenção direta e imediata do médico e/ou do auxiliar de enfermagem, o acompanhante acomodava-se no banco dianteiro do veículo e auxiliava o motorista nas informações que estivessem fora do seu campo visual, lembrando que toda comunicação por rádio frequência só podia ser feita pela equipe técnica do veículo.

Na Figura 15, registrou-se o instante em que era realizada a passagem de serviço, no momento em que eram checadas as condições e os equipamentos da ambulância a central recebeu um chamado e a equipe que assumia o plantão dirigiu-se de imediato ao destino acionado a fim de realizar o atendimento residencial a vítima como mostra a sequência fotográfica a seguir.

⁶ Como exemplo, pode-se citar durante a pesquisa os fatos reais de presenciar falecimentos e/ou o desespero de vítimas agonizando por socorro. Essa situação causa impactos muito fortes do ponto de vista emocional, e em contra partida estímulos para realização de algo que possa minimizar esses eventos ou ao menos contribuir para ajudar a salvar mais vidas frente as novas faces dos acidente e violências nos ambientes urbanos.



FIGURA 15 - Registro seqüencial de atendimento realizado – Ano 2007

4.4.3 Escolha da Área Piloto para Aplicação

A escolha para a seleção de uma área piloto para aplicação das técnicas de roteirização, além de ter considerado a espacialidade local, considerou também a presença de corredores viários que interligassem o bairro mais populoso da cidade (B. Mangabeira) a outros corredores condicionados por outros dois pré-requisitos (Figura 16).

O primeiro foi em função da composição do sistema viário da área, que deveria dispor dos tipos de pavimentos catalogados para utilização no protótipo. O segundo diz respeito ao perímetro da área sendo apenas parte do município de João Pessoa, já que pela indisponibilidade do fator tempo (prazo de conclusão da pesquisa: 24 meses), não seria possível mapear toda cidade, pois não havia tempo, recursos humanos e financeiros para refazer o mapeamento viário total de toda capital.

A expansão da área de cobertura para o sistema de rotas, pode ser feita a qualquer tempo, já que o procedimento não passa da repetição dos mesmos métodos aplicados na construção da área piloto. Na delimitação da área piloto para aplicação dos testes, adotou-se

corredores unitários de circulação (Figura 17), onde uma via com mais de uma faixa de circulação no mesmo sentido foi representada por apenas um vetor viário, evitando assim a duplicação, triplicação e etc., de eixos viários, o que sobrecarregaria o programa.

Em relação ao texto do parágrafo anterior, essa medida de simplificação procurou evitar que fosse exigido um esforço computacional desnecessário para a resolução das incompatibilidades já apontadas e, no caso da não adoção os problemas cresceriam exponencialmente de acordo com o tamanho da área.



FIGURA 16 - Área de Estudo

FONTE: Google Earth 2007.

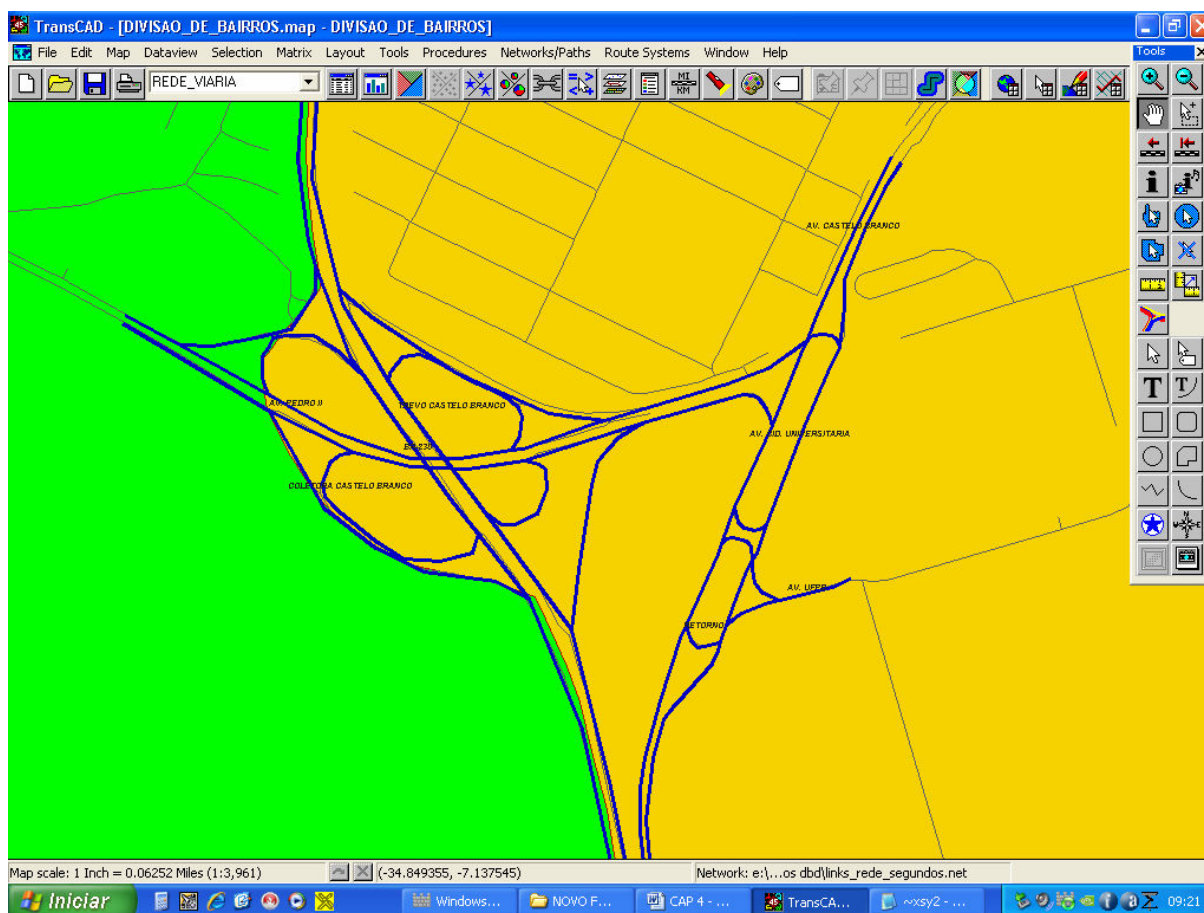


FIGURA 17 - Rede viária com corredores unitários

4.4.4 Realização Inicial de um Pré-Teste

Após a primeira coleta e tratamento inicial dos dados foi realizado todo o procedimento preparatório para a realização de um pré-teste no TRANSCAD, a fim de verificar as reações do programa ao utilizar as velocidades médias operacionais obtidas através da média das velocidades coletadas durante as primeiras 04 ocorrências.

Como a base digital já havia sido montada, foi adicionada uma nova camada de vetores que representavam as vias da área piloto de aplicação. O uso desta camada deve-se ao fato da construção de *links* vetoriais que possibilitam ao programa entender que cada segmento de reta se comunica com outros segmentos através de nós de ligação (Figura 18).

Esse tipo de comunicação entre os *links* vetoriais (eixos viários) permite a inserção de restrições que nesse caso seriam as regras gerais de circulação previstas no CTB e em operação no trecho viário escolhido.

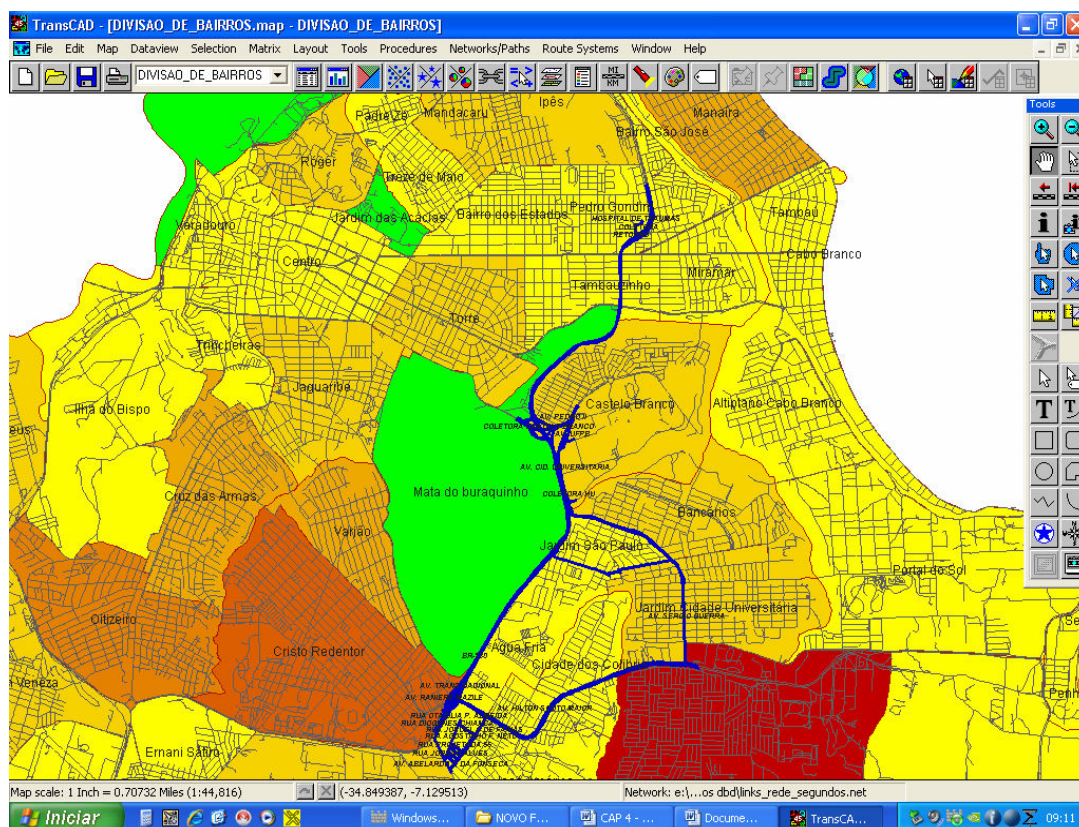


FIGURA 18 - Rede viária do pré-teste

Ao criar a rede com detalhamento do número de entidades de conexão (Figura 19), extensão e restrições, atribuindo a estes vetores as respectivas velocidades médias operacionais no banco de dados e os sentidos de circulação (restrições viárias), observou-se que o programa respondeu positivamente a uma rota virtual do tipo ponto-a-ponto.

Ao executar um segundo pré-teste envolvendo toda a malha viária da cidade de João Pessoa, atribuindo a velocidade máxima permitida por tipo de via (procedimento adotado no pré-teste somente para checar a integração dos nós de ligação e das restrições de circulação), observou-se uma instabilidade de execução e posterior travamento do programa, pois tais fatos ocorreram também, devido a falhas de desconexão em grande parte dos vetores viários no *layer* do arquivo *shape file* fornecido pela STTrans.

Esses dados, quando tratados e agrupados em planilhas, gráficos e vetores exportados deram base à geração das informações necessárias como segue no texto.

Inicialmente o número de dias de coleta para este estudo, foi à quantidade necessária para agrupar o somatório de dados suficiente para alimentar os bancos de dados com as informações necessárias. Assim 15 módulos de coleta distribuídos durante os meses de fevereiro, setembro e novembro de 2007 compuseram a amostra, considerando um módulo de coleta como um turno ininterrupto de 16 horas durante o dia ou à noite.

A amostra representativa somou um total de 240 horas de coleta de dados embarcado nas ambulâncias. Entretanto, a distribuição semanal dos módulos de coleta foi alocada nos dias da semana em que ocorrem mais chamados, segundo consulta prévia feita ao banco de registros do SAMU/JPA durante o mês de Janeiro de 2007.

Os dias de maior frequência de chamados são os que antecedem os feriados, fins de semana, especialmente madrugadas dos sábados e das segundas-feiras, e principalmente durante os feriados prolongados durante os turnos vespertinos e noturnos.

Quanto ao número de registros, feitos foi coletado um total de 7.940 registros de velocidades, posição e direção. As informações foram agrupadas em 68 trilhas que compuseram os segmentos de vetores analisados separadamente um a um por ocorrência.

O comprimento cartográfico das trilhas coletadas totalizou 5.769 km percorridos dentro dos veículos de emergência. Outro fator relevante, foi que o aclave máximo percorrido durante os deslocamentos em relação ao nível do mar, não ultrapassou o registro de 69,34m (Bairro das Indústrias), registrando uma elevação mínima 23,67m (base SAMU) e uma altitude ganha de 45,67m o que remete ao perfil topográfico da cidade de João Pessoa em relação às trilhas percorridas durante a coleta de dados.

4.6 COLETA DE DADOS

Para coletar e compreender o comportamento do veículo de emergência frente aos elementos de atrito presentes nas vias, foi necessário acompanhar dentro da ambulância num total de 14 (quatorze) ocorrências, sendo 10 (dez) ocorrências de emergência e 04 (quatro) de remoção.

Ao adequar um protótipo de roteirização em um ambiente urbano, é fundamental conhecer sua dinâmica viária. Nos países desenvolvidos, os investimentos para a obtenção deste tipo de informação estão à altura da tecnologia disponível no campo dos transportes.

A implantação desse tipo de sistema necessita do desembolso de grandes cifras no campo da informática, eletrônica, redes de comunicação e no fator humano. Sistemas interligados exigem alto grau de tecnologia para funcionarem em “tempo real” e em sintonia com as dinâmicas locais.

Coletar, quantificar, filtrar e analisar essas informações de forma analógica pode mostrar a dinâmica viária local de um ambiente, mas não expressam suas variações em todas as escalas ao longo de intervalos de tempo mais específicos, pontuais e/ou curtos.

Para entender a dinâmica viária da cidade, foram obtidos junto a STTrans dados de contagem de veículos em 15 pontos (Figura 20) de maior volume de circulação e acesso no município (2006). Os pontos de coleta foram os seguintes locais:

- | | |
|---|--|
| - Av. Amazonas, | - Av. Dom Pedro II, |
| - Av. Expedicionários, | - Av. Epitácio Pessoa |
| - Av. Flávio Ribeiro Coutinho, | - Av. Senador Ruy Carneiro, |
| - Av. Geraldo Porto x Av. Ruy Carneiro, | - Av. Bancário Sergio Guerra, |
| - Av. Josefa Taveira, | - Av. Dr. Nunes Filho x Av. Ruy Carneiro |
| - Av. Júlia Freire, | - Av. Sidney Dore |
| - Av. Maranhão, | - Av. Nego. |
| - Av. Mariângela Lucena Peixoto, | |

Um fator a ser considerado durante a coleta para a análise dos horários de sobrecarga do sistema viário, é que o órgão gestor municipal (STTrans) efetuou a pesquisa de contagem em sua maior parte em semáforos, o que não é muito recomendado, pois a contagem volumétrica ficará condicionada ao tempo de semaforização da via.



FIGURA 20 - Pontos de coleta de contagem volumétrica

Em outras palavras, o volume de contagem vai ficar atrelado à capacidade de escoamento da via de acordo com o tempo de abertura dos semáforos. Este procedimento revela apenas os horários de pico, as frações de hora de pico, mas compromete a contagem total de veículos circulando, pois o número máximo de veículos sempre vai ser o número de veículos que a via comporta durante o tempo de semaforização.

A amostragem da contagem volumétrica possuiu diretamente três objetivos específicos: o primeiro, observar a variação no volume de circulação ao longo do dia; o segundo, identificar as faixas de pico por hora de coleta; e o terceiro, encontrar o maior pico por quarto de hora.

A variação no volume de circulação ao longo do dia foi medida com o intuito de identificar o comportamento de deslocamento dos veículos nas vias, onde geralmente, os primeiros períodos da manhã apresentam um crescimento exponencial, tendo o meio dia e fim da tarde como picos de maior dificuldade de deslocamento.

As identificações das faixas de pico são diretamente empregadas na roteirização para tentar evitar na programação da rota o deslocamento pelas vias que comportam o maior tráfego de acordo com o dia da semana e a hora do mesmo, pois dentro do sistema urbano de vias as atividades comerciais nos dias úteis impulsionam os deslocamentos de pessoas e veículos em convergência para os pólos geradores de tráfego.

O gráfico de variação horária de volume de tráfego em intervalos de 15 minutos, serviu para identificação de quais poderiam ser os momentos de estrangulamento viários no sistema, pois em pequenos intervalos de tempo como o citado acima, podem agrupar por uma interseção semaforizada grande quantidade de veículos, o que pode dificultar a passagem de um veículo de emergência, este fator seria capaz de comprometer a vida de uma vítima que estivesse a bordo em uma possível ocorrência.

4.7 COMENTÁRIOS

Neste capítulo foi apresentado o conjunto de atividades desenvolvidas durante o processo de preparação e a coleta de dados, subdividindo-os em seções voltadas para o estudo dos aspectos de montagem da base digital e aplicação de um pré-teste, sobre a qual foram aplicadas simulações na área piloto, delimitada em função das razões hora expostas na seção 4.2.1.

As atividades de reconfiguração e adaptação da base digital foram executadas em função da mesma apresentar parâmetros de georreferenciamento divergentes, o que em termos práticos, significa o desalinhamento das imagens de satélite sobrepostas pelas camadas de eixos viários e polígonos de bairros adicionadas ao sistema.

Para articular os aspectos computacionais de combinação das variáveis relacionadas à construção de um ambiente virtual, agregando informações espaciais apoiadas em algoritmos utilizados pelo computador, foi necessária a criação de bancos de dados que respondessem simultaneamente pela base de informações sobre a qual o programa buscava receber as instruções e pelo cálculo das rotas.

Assim, a convergência e transformação das informações espaciais em vetoriais, possibilitou reordenar o parâmetro de escolha da rota, não pelo menor somatório de distância e sim pelo menor tempo gasto para realizar o percurso, o que implica diretamente em um melhor tempo de reposta de operação para esse tipo de serviço.

Contudo, tratou-se de uma experiência em andamento, e para a sua concretização de forma mais efetiva, foi necessário a realização de pré-testes, acompanhando o veículo com vítimas embarcadas em situações reais, portando todos os equipamentos de registro de informações necessários, a fim de calibrar a ferramenta de roteirização com os dados mais próximos possíveis da realidade.

Os aspectos voltados ao registro do tempo e da velocidade, tratados sob a ótica de definição da modelagem e do estudo de implementação do experimento, envolveram não só aspectos computacionais, como a associação dos SIG's com as informações espaciais registradas pelo GPS, que possibilitou reunir 240 horas de coleta com registros de 3 em 3 segundos, reunindo 7.940 registros de velocidade, direção e posição, totalizando 5.769 km de coleta de dados dentro da dinâmica local da cidade.

Inicialmente foi obtido o protótipo de roteirização segundo a metodologia adotada, utilizando no estudo diversos aspectos de interesse como anotação, geração de conteúdos e integração de ferramentas computacionais e eletrônicas. Aspectos complementares, porém não menos importantes, também foram tratados, como o uso de software legalmente licenciados utilizados na modelagem e nas estratégias de tratamento dos dados obtidos para a roteirização.

Os quatro experimentos deste capítulo em complementação aos aspectos abordados nos anteriores, permitiram integrar o ferramental de modelagem aos procedimentos computacionais necessários para a construção da ferramenta de roteirização a fim de sugerir rotas pelo menor tempo total de percurso considerando a melhor velocidade média operacional por tipo de via.

CAPÍTULO 5**TRATAMENTO DOS DADOS**

5.1 INTRODUÇÃO

Cada componente da ferramenta de roteirização apresenta um comportamento e uma função característica, sendo ao mesmo tempo, influenciados pelas condições impostas pelas dinâmicas espaciais e temporais locais.

Embora os métodos utilizados na abordagem do pré-teste envolvam apenas análises digitais, vale ressaltar que o *check-up* cartográfico para extração das informações a partir da ferramenta de roteirização, deve ser levado em consideração, especialmente quando não se conhece as características do sistema viário para a qual foi desenvolvida. Dessa forma, uma análise visual da rota sugerida pelo programa poderá auxiliar o condutor na escolha da melhor rota, frente a necessidade de informação naquele dado momento da ocorrência.

Neste capítulo será feita uma análise individual das planilhas e gráficos de identificação de horários de pico, das variáveis de caracterização do sistema viário, comumente com a matriz de aferição dos gráficos de velocidade e em seguida a apresentação dos mapas de registro das rotas coletadas. Esta análise será utilizada mais adiante para verificar a viabilidade de uso dessa ferramenta frente aos modos de roteirização utilizados no SAMU/JP.

5.2 PLANILHA E GRÁFICO DE IDENTIFICAÇÃO DE HORÁRIO DE PICO

Após a coleta dos dados, iniciaram-se os procedimentos de tratamento dos dados. A distribuição na matriz de registro dos grafos deu-se de acordo com a classificação pela similaridade de características e variáveis que influenciaram diretamente na composição da velocidade operacional por tipo e elementos de atrito nas vias durante as atividades reais das ambulâncias.

Considerando-se que este protótipo analógico de roteirização é um modelo experimental, partiu-se da análise seqüencial das modalidades de apresentação dos dados demonstrados no capítulo anterior.

Como já foi citado, o primeiro dado constituído e tratado foi o da planilha de identificação de horário de pico (Quadro 01) onde se analisou os registros feitos pelo órgão

municipal de gestão do trânsito, a STTrans, que entre 2005 e 2006 registrou o volume de tráfego em algumas das principais vias da cidade.

Inicialmente deve ser ressaltado que os fatores, disponibilidade de tempo e custos para a realização de uma pesquisa dessa espécie, condicionou a utilização da tal fonte, mesmo apesar da referida pesquisa ter sido feita em sua maior parte em semáforos.

Observam-se diretamente nos Gráficos 06 e 07, uma amostra do comportamento dinâmico na cidade de João Pessoa/PB, onde são evidenciados dois pontos fortes que influenciam diretamente na escolha de uma rota para veículo de emergência. Esses pontos são os de intervalo de tempo de quinze minutos e de uma hora de maior volume de tráfego na vias que compõem o perímetro urbano da cidade.

Adiante, são apresentados os dados tratados. Com o conjunto de planilhas e gráficos formados, pode-se fazer análises mais consistentes de acordo com a tabulação dos dados.

HORARIO / LOCAL	AV. AMAZONAS	AV. EXPEDICIONARIOS	AV. FLAVIO RIBEIRO COUTINHO	AV. FLANCISCO PORTO / AV. RUI CARNEIRO	AV. JOSEFA TAVEIRA	AV. JULIA FEIRE	AV. MARANHÃO	AV. MARIANGELIS PEIXOTO	AV. PEDRO II
6:00									248
6:15									564
6:30									1.038
6:45									1.646
7:00		156		692	354	293			2.439
7:15		337		1.241	693	614		41	2.988
7:30		607		1.853	1.042	921		65	3.502
7:45		881		2.427	1.339	1.242	562	122	3.781
8:00		1.211		3.133	1.648	1.598	803	203	3.964
8:15		1.409		3.105	1.568	1.668	923	272	3.904
8:30		1.417		3.074	1.502	1.715	1.073	320	3.834
8:45		1.408		3.075	1.454	1.789	1.132	366	3.653
9:00		1.406		3.099	1.481	1.827	1.222	390	3.480
9:15		1.334		3.027	1.441	1.845	1.227	387	3.277
9:30		1.223		2.962	1.434	1.864	1.239	394	3.236
9:45		1.287		2.966	1.400	1.937	1.271	381	3.027
10:00		1.273		2.951	1.399	2.006	1.323	379	3.019
10:15		1.228		2.928	1.430	2.053	1.298	346	2.971
10:30		1.196		2.800	1.473	2.082	1.258	328	3.031
10:45		1.197		2.788	1.512	2.203	1.263	327	3.051
11:00		1.211		2.890	1.555	2.295	1.230	290	3.382
11:15		1.234		2.947	1.577	2.432	1.174	308	3.534
11:30		1.274		3.102	1.574	2.648	1.170	336	3.940
11:45		1.363		3.337	1.614	2.847	1.176	328	4.270
12:00		1.511		3.556	1.619	3.000	1.203	313	4.576
12:15		1.569		3.847	1.682	3.012	1.165	344	4.767
12:30		1.549		3.850	1.702	2.959	1.166	330	4.786
12:45		1.448		3.928	1.641	2.758	1.122	301	4.645
13:00		1.406		3.887	1.570	2.508	1.098	328	4.456
13:15		1.306		3.818	1.619	2.270	987	322	4.133
13:30		1.244		3.616	1.522	2.105	1.020	307	3.908
13:45		1.276		3.684	1.499	2.000	1.079	290	3.982
14:00		1.443		3.604	1.529	2.032	1.147	309	4.094
14:15		1.464		3.621	1.538	2.153	1.237	300	4.166
14:30		1.474		3.556	1.454	2.217	1.354	308	4.303
14:45		1.524		3.499	1.515	2.262	1.365	328	4.309
15:00		1.494		3.409	1.478	2.267	1.336	275	4.134
15:15		1.444		3.388	1.438	2.265	1.336	264	3.949
15:30		1.418		3.306	1.427	2.296	1.312	247	3.844
15:45		1.350		3.221	1.433	2.385	1.256	234	3.738
16:00		1.267		3.245	1.428	2.404	1.254	205	3.540
16:15		1.208		3.282	1.459	2.496	1.250	277	3.498
16:30		1.174		3.215	1.411	2.529	1.222	282	3.437
16:45		1.209		3.299	1.450	2.576	1.212	230	3.413
17:00	243	1.236	199,3	3.455	1.450	2.586	1.187	181	3.520
17:15	439	1.285	391,9	3.649	1.481	2.801	1.117	134	3.787
17:30	658	1.429	571,3	3.690	1.413	2.870	1.105		4.101
17:45	845	1.457	774,1	3.908	1.459	2.992	1.087		4.380
18:00	1.059	1.550	948,8	4.044	1.481	3.152	1.089		4.460
18:15	1.025	1.600	1001,6	4.146	1.499	3.243	1.072		4.294
18:30	947	1.552	1058,6	3.853	1.486	3.057	1.045		4.178
18:45		1.421	1112	3.139	1.559	2.892	959		3.890
19:00		1.332	1119,9	2.281	1.298	2.674	915		3.455
19:15				1.425					3.052
19:30				581					2.695
19:45									2.341
20:00									1.646

QUADRO 01 - Contagem volumétrica de veículos / hora

FONTE: STTrans/2006

Continuação do Quadro 01

AV. RUI CARNEIRO I	AV. RUI CARNEIRO II	AV. RUI CARNEIRO III	AV. RUI CARNEIRO IV	AV. RUI CARNEIRO V	AV. SERGIO GUERRA	AV. SIDNEI DORE / NEGO	TOTAL	TOTAL ACUM / HORA	HORA
							248		
							564		
							1.038	10.992	6:00 AS 7:00
							1.862		
216							7.281		
945	422	494	320		673	493	12.914		
1.509	943	1.149	1.103		1.454	845	18.247	83.305	7:01 AS 8:00
2.034	1.422	1.723	1.793		2.079	1.207	24.009		
2.482	1.957	2.287	2.533		2.880	1.516	28.135		
2.387	2.116	2.516	3.030		3.634	1.892	28.384		
2.422	2.175	2.507	3.014		3.637	1.781	28.917	114.142	8:01 AS 9:00
2.574	2.223	2.524	3.046		3.783	1.834	28.650		
2.517	2.188	2.513	3.011		3.767	1.779	28.190		
2.456	2.077	2.418	2.903		3.582	1.849	27.393		
2.391	1.997	2.379	2.836		3.435	1.818	26.930	107.730	9:01 AS 10:00
2.257	1.970	2.358	2.818		3.328	1.847	26.643		
2.298	2.016	2.350	2.820		3.081	1.808	26.764		
2.263	2.060	2.295	2.815		3.078	1.905	26.708		
2.299	2.137	2.269	2.802		3.047	1.900	26.848	108.244	10:00 AS 11:00
2.325	2.216	2.247	2.875		3.035	1.983	26.910		
2.283	2.193	2.193	2.811		3.148	1.942	27.778		
2.357	2.288	2.222	2.887		3.150	2.022	28.517		
2.458	2.345	2.299	3.055		3.183	1.973	29.965	124.966	11:00 AS 12:00
2.593	2.482	2.413	3.108		3.184	2.143	32.070		
2.728	2.685	2.643	3.400		3.322	2.356	34.414		
3.032	2.917	2.819	3.711		3.414	2.744	36.185		
3.154	3.116	3.030	3.962		3.436	3.101	37.485	148.488	12:01 AS 13:00
3.324	3.143	3.181	4.260		3.543	3.693	37.761		
3.337	3.257	3.125	4.301		3.724	4.174	37.057		
3.098	3.128	3.227	4.406		3.762	4.186	35.345		
3.095	2.911	3.093	4.165		3.760	3.867	33.450	132.700	13:01 AS 14:00
2.880	2.802	3.009	3.941		3.649	3.447	32.496		
2.871	2.547	3.074	3.768		3.559	2.868	31.409		
2.941	2.373	2.925	3.402		3.425	2.186	30.842		
2.787	2.315	2.925	3.204		3.232	1.900	30.158	119.916	14:01 AS 15:00
2.872	2.179	2.836	2.814		3.035	1.757	29.880		
2.791	2.105	2.744	2.702		3.027	1.711	29.036		
2.705	2.108	2.647	2.553		2.977	1.654	28.643		
2.741	2.078	2.621	2.582		2.896	1.641	28.550	113.144	15:01 AS 16:00
2.714	2.126	2.661	2.776		2.842	1.581	28.119		
2.719	2.070	2.533	2.735		2.842	1.603	27.942		
2.759	1.993	2.583	2.749		2.811	1.596	27.923		
2.868	2.000	2.533	2.758		2.760	1.553	28.578	114.697	16:01 AS 17:00
2.828	2.050	2.544	2.800		2.843	1.589	30.253		
2.937	2.172	2.678	2.797		2.927	1.681	32.220		
3.011	2.381	2.758	2.929	230	3.099	1.789	34.098	140.795	17:01 AS 18:00
3.009	2.442	2.894	3.033	499	3.197	2.064	36.276		
3.171	2.408	2.994	3.154	732	3.299	2.504	38.201		
3.258	2.481	3.083	3.418	980	3.362	2.791	39.003		
3.293	2.478	3.191	3.565	1.221	3.509	3.160	37.756		
3.381	2.622	3.265	3.944	1.206	3.453	3.251	32.770	136.710	18:01 AS 19:00
3.176	2.264	3.119	4.145	1.149	3.567	3.160	27.180		
2.309	1.648	2.692	3.538	1.127	3.663	2.824	8.663		
1.499	848	1.821	2.564	1.092	3.689	2.593	3.886		
633	159	953	1.376	1.066			2.341	16.536	19:01 AS 20:00
		305	305				1.646		

QUADRO 01 - Contagem volumétrica de veículos / hora

FONTE: STTrans/2006

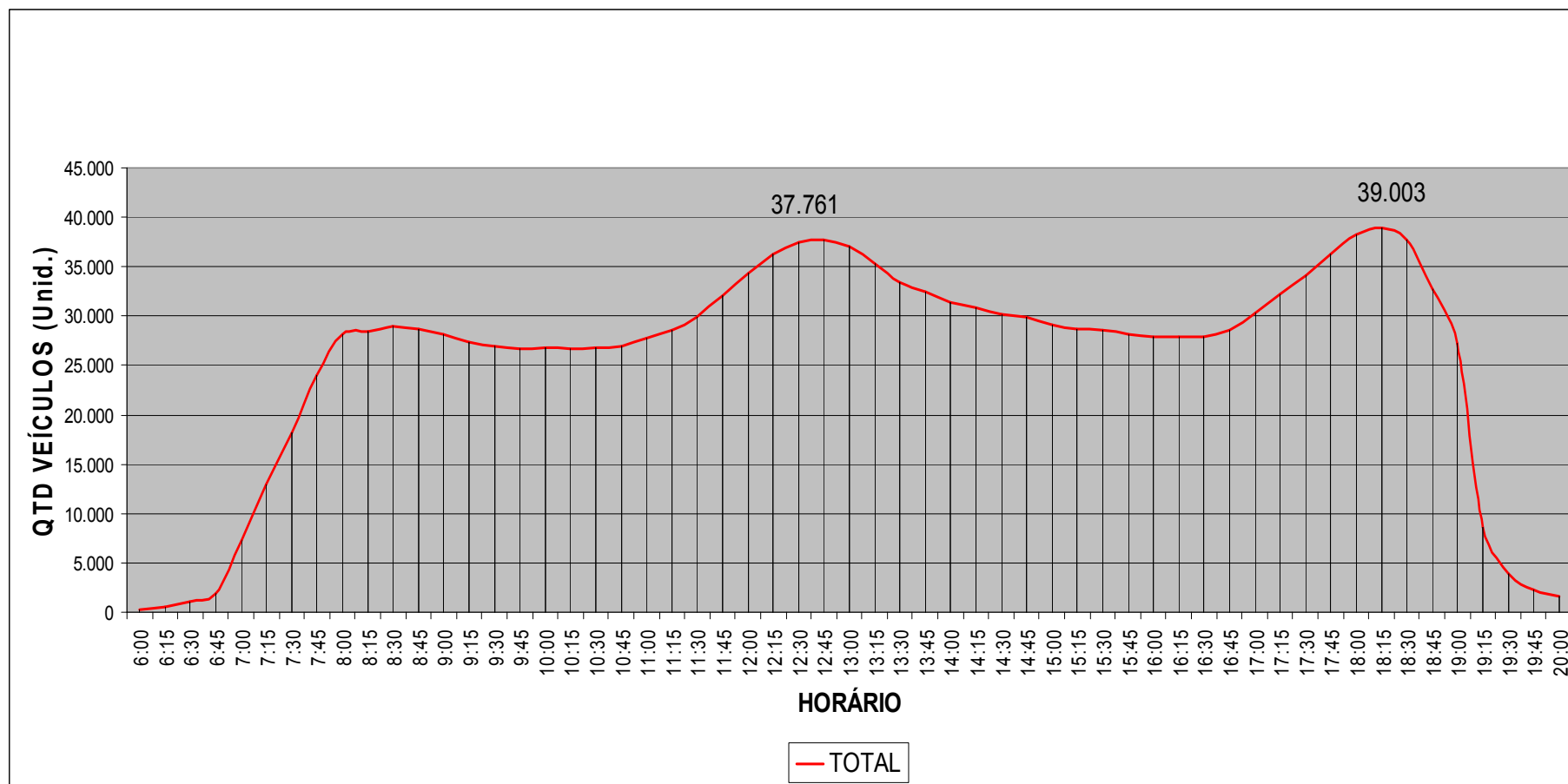


GRÁFICO 06 - Variação horária de volume de tráfego (intervalos de 15 minutos)

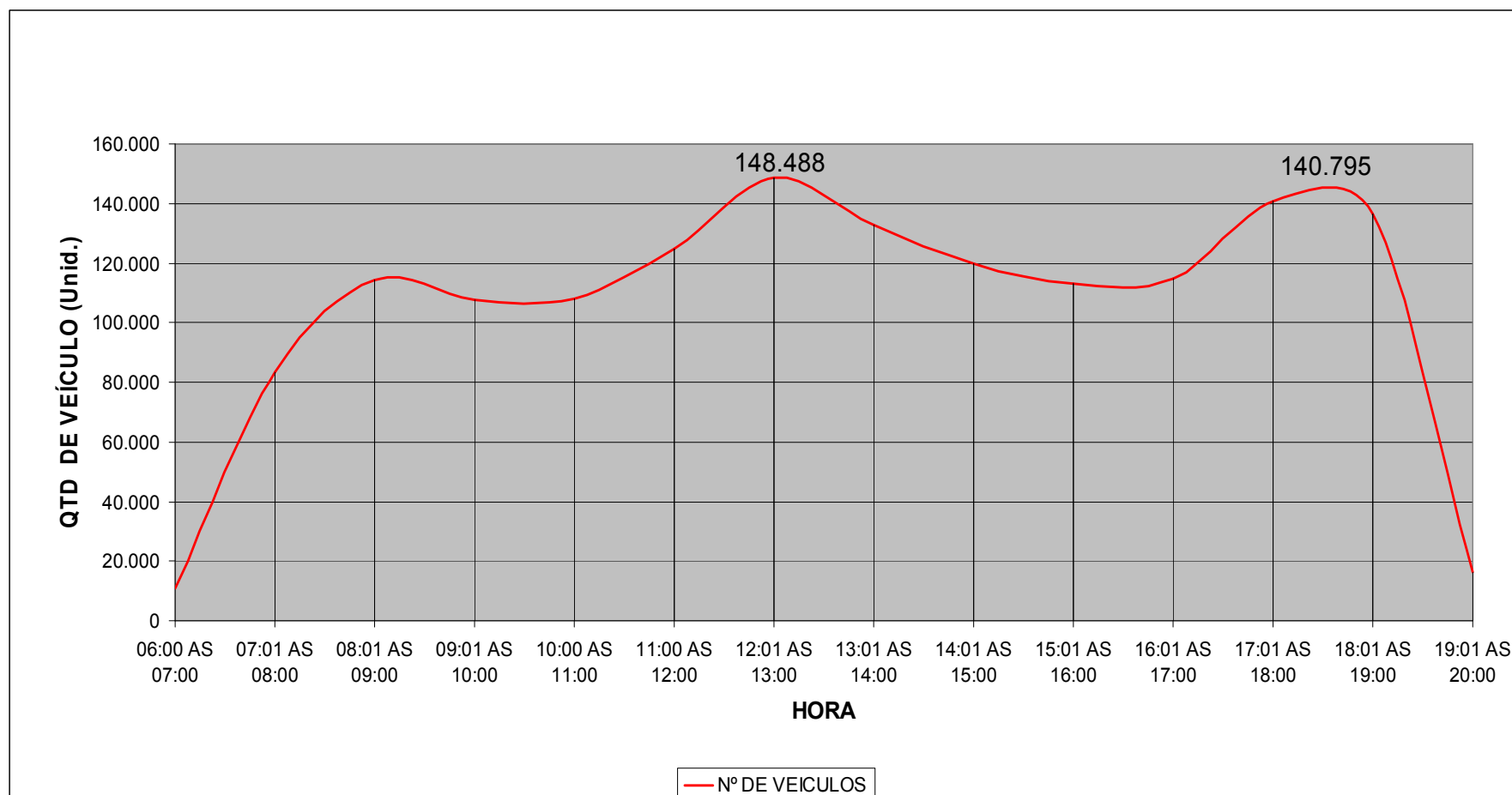


GRÁFICO 07 - Variação horária de volume de tráfego (intervalos de 01 hora)

Comumente, a dinâmica das atividades do setor financeiro, público, de serviços e comercial das cidades brasileiras são muito similares no que se refere ao horário de funcionamento. Os centros urbanos são regidos pelo horário de funcionamento dessas atividades, onde grande parte das pessoas tem um grau de proximidade alto no horário de deslocamento e locomoção a fim de realizar suas atividades diárias.

Esse grau de proximidade é diretamente influenciado pelas condições de infraestrutura dos ambientes urbanos, além desses fatores a dinâmica cultural de cada localidade faz com que todos se não a maioria, resolvam sair “quase ao mesmo tempo” de suas residências.

Com destinos distintos ou não, as pessoas utilizam os mais diversos meios de transportes para chegarem ao trabalho, ao comércio, as escolas, às universidades, aos pontos turísticos e de lazer nos fins de semana e mais comumente no retorno diário as suas residências, o que justifica reflexões sobre os sistemas de roteirização, os pólos geradores de tráfego e o registro dos horários de pico nos sistemas viários.

Ao analisar os dados dos gráficos, percebe-se que durante os dias considerados comercialmente úteis em João Pessoa/Pb, existem três faixas específicas de pico: 1ª – das 8h00min as 09h00min, 2ª – das 12h00min as 13h00min e 3ª – das 17h00min as 19h00min. As expectativas sob suspeita empírica, foram confirmadas através dos comportamentos apresentados nos gráficos. Os intervalos de pico coincidiram com os horários de funcionamento da dinâmica local; onde no primeiro tempo da manhã as pessoas se deslocam para iniciar suas atividades.

Em seguida, o horário considerado como intervalo destinado ao almoço, sugere o retorno destas pessoas para suas residências, ou, para outros locais a fim de realizar tarefas e/ou satisfazer suas necessidades. Neste intervalo de tempo, há também de se considerar que outros habitantes, também estão saindo de suas residências para o início do turno de trabalho vespertino e, grande parte das crianças e jovens retorna e/ou vão para as atividades escolares.

Posteriormente, o ponto mais delicado é o do retorno no final do turno vespertino, esse intervalo de pico é o mais intenso, delicado e condensado dos três aqui apresentados; pois todos desejam retornar no mesmo horário para seus destinos e na grande maioria pelas “melhores” vias. Assim, constantemente as pessoas traçam rotas mesmo que sua intenção imediata não seja esta, o que em muitas vezes faz com que essas pessoas utilizem o sistema de vias com melhores condições estruturais.

Para melhor interpretar a análise dos dados, faz-se necessário esclarecer alguns pontos. Na composição do quadro volumétrico (Quadro 01), observam-se várias colunas com o nome

da via e os dados coletados. O quadro em questão representa o resumo de outras 51(cinquenta e uma) coletas fornecidas pela STTrans (Quadro 01).

Durante o período de coleta de dados pelo órgão municipal, observou-se através dos dados apresentados que não houve uma programação estrutural para tornar a coleta de informações organizada em cronograma distribuído regularmente ao longo dos anos de 2005 e 2006. Isso leva a evidência que a coleta foi realizada por pontos de amostragem e que sua frequência se deu pela disponibilidade e conveniência do órgão que realizou tal atividade.

Outro ponto decisivo no processo de coleta dos dados foi à escolha dos locais para realizar a contagem de veículos, que foram escolhidos também a conveniência do órgão, sendo sua maioria em semáforos nas vias elencadas.

A escolha de um semáforo para realizar a contagem de veículos, não é uma das mais recomendadas, pois se sabe que esta contagem vai atingir como pico máximo, a relação entre a fluidez do trânsito e os tempos do semáforo. Ou seja, o número de veículos que irá ser contado será o número de veículos que a via comportar durante o intervalo de tempo em que o semáforo libera o trânsito no sentido de circulação.

Os horários de coletas foram descontínuos devido ao comportamento dinâmico de cada via, o que justifica em alguns casos a coleta ser realizada no horário em que a via apresenta sua operação próximo da sua capacidade de funcionamento. Após o tratamento dos dados e ainda sobre os gráficos, foram observadas duas situações distintas. A primeira evidenciou os intervalos de tempo onde ocorrem os picos de acordo com os dados fornecidos pela STTrans.

Embora o maior pico em relação ao número de veículos concentrados se dê no horário compreendido entre as 12h00min e as 13h00min horas, esse pico apresenta uma distribuição em formato de parábola, onde seu período apresenta conformidade relativa de ascensão e decréscimo em seu comportamento.

O segundo, diz respeito ao gráfico compreendendo intervalos de 15 minutos de hora; onde o pico mais intenso se dá no fim da tarde no horário compreendido entre 18:00 e 18:15 horas justamente no fim da jornada de atividades para a maior parte da população urbana. Este se torna muito delicado, pelo fato desse ser o horário de *rush*, onde os sistemas operam sobrecarregados e as pessoas estão mais expostas aos acidentes e violências.

Essa situação no dia-a-dia, faz com que o deslocamento das ambulâncias possa ser interrompido pelo fato do sistema viário operar no limite, e também pelas vias não disporem de faixas específicas para passagem do veículo de emergência, já que veículos particulares ocupam os espaços, incluído em alguns casos faixas de pedestres.

Conforme pode ser observado, identificar a dinâmica de pico de uma cidade é um fator determinante no processo de roteirização, pois o deslocamento do veículo será afetado pelo horário e pela quantidade de usuários que circulam pelos corredores viários, onde se localizam os destinos dos veículos de emergência.

5.3 VARIÁVEIS DE COMPOSIÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO

As variáveis de composição⁷ no agrupamento das amostras de velocidade foram reunidas e representadas através das siglas abaixo a fim de, tornar a leitura das planilhas mais prática:

I - Tipo de Pavimento:

- ASF – Asfalto
- CTO – Calçamento (Paralelepípedo)
- SPV – Sem pavimento (Via de terra)

II – Sentido de Circulação

- MU – Mão única
- MD – Mão dupla

III – N°. de Faixa de Circulação

- 01FX – Uma faixa
- 02FX – Duas faixas
- 03FX – Três faixas
- 04FX – Quatro faixas com elementos de inibição de velocidade ao centro da via a cada 02 faixas.

⁷ As classificações que não figuram entre as 13(treze) variáveis de composição no gráfico da velocidade operacional, foram as que não apresentaram registro de rota, no período de coleta das informações.

IV – Tipo de Via

- Via de trânsito rápido
- Via arterial
- Via coletora
- Via local

Em resumo, as combinações entre os 13 (treze) elementos classificatórios apresentados derivam do conjunto de rotas registradas que compuseram os grupos de classificação do tipo de via para a composição das velocidades médias operacionais.

5.4 MATRIZ DE AFERIÇÃO E GRÁFICOS DE VELOCIDADE

Com a atividade diária de circulação nos eixos viários dos ambientes urbanos, as ambulâncias registraram as mais diferentes velocidades nos tipos de vias nas quais circulam. Medir a velocidade operacional de um veículo de emergência significa acompanhar com o máximo de detalhes possível, seu comportamento quanto à condução, assim como seu relacionamento com os demais usuários da via.

Todo e qualquer elemento presente na via, influencia na determinação da velocidade operacional do veículo. Por exemplo: o tipo de pavimento, o número de interseções semaforizadas ou não, que o veículo transporá a geometria das vias e a rota que foi escolhida.

De acordo com a metodologia adotada, para obter-se a velocidade operacional do veículo, foram coletadas dez rotas de natureza emergencial e transpostas para matrizes agrupadas por número da trilha, grafo, coordenadas, altitude, data/hora, comprimento do grafo, azimuth, velocidade, instante e local do registro e velocidade média operacional por tipo de pavimento como segue o exemplo de um dos registros coletados (Quadro 02).

TRILHA	GRAFO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	DATA HORA	COMP. GRAFO Km	AZIMUTE	VELOCIDADE Km/H	LOCAL	V. MEDIA
T9	1	-7,129149374	-34,85748629	50,607	15/11/2007 16:32:59	0,000	0,0	0,00	AV. PEDRO BATISTA (CTO/MD/01FX)	2,50
T9	2	-7,129192289	-34,85750775	50,607	15/11/2007 16:33:04	0,005	206,5	3,82		
T9	3	-7,129213747	-34,85752921	50,607	15/11/2007 16:33:09	0,003	225,0	2,41		
T9	4	-7,129256662	-34,85755066	51,087	15/11/2007 16:33:14	0,005	206,5	3,84		
T9	5	-7,129278119	-34,85757212	50,607	15/11/2007 16:33:19	0,003	225,0	2,44		
T9	6	-7,129256662	-34,85757212	48,203	15/11/2007 16:33:24	0,003	360,0	2,43	AV. PEDRO II / AV. CAMILO DE HOLANDA / AV. MAX. FIGUEIREDO / AV. JOÃO MACHADO T1 (ASF/MU/02FX)	31,92
T9	7	-7,129235204	-34,85757212	48,203	15/11/2007 16:33:29	0,002	360,0	1,71		
T9	8	-7,129235204	-34,85757212	47,723	15/11/2007 16:33:34	0,000	0,0	0,35		
T9	9	-7,129192289	-34,85767941	47,242	15/11/2007 16:33:39	0,013	291,8	9,20		
T9	10	-7,129149374	-34,8577867	46,281	15/11/2007 16:33:44	0,013	291,8	9,22		
T9	11	-7,129235205	-34,85787253	45,800	15/11/2007 16:33:49	0,013	225,0	9,67		
T9	12	-7,12936395	-34,85795836	44,839	15/11/2007 16:33:54	0,017	213,7	12,34		
T9	13	-7,129492695	-34,85806564	44,358	15/11/2007 16:33:59	0,019	219,8	13,34		
T9	14	-7,12962144	-34,85817293	44,358	15/11/2007 16:34:04	0,019	219,8	13,34		
T9	15	-7,129793101	-34,85834459	43,877	15/11/2007 16:34:09	0,027	225,0	19,32		
T9	16	-7,129857473	-34,85843042	44,358	15/11/2007 16:34:14	0,012	233,1	8,54		
T9	17	-7,129986219	-34,85858062	44,358	15/11/2007 16:34:19	0,022	229,4	15,74		
T9	18	-7,130179337	-34,85883811	44,839	15/11/2007 16:34:24	0,036	233,1	25,61		
T9	19	-7,130372455	-34,85911706	45,319	15/11/2007 16:34:29	0,037	235,3	27,00		
T9	20	-7,130479743	-34,85943892	44,358	15/11/2007 16:34:34	0,037	251,5	27,00		
T9	21	-7,1305012	-34,8595033	44,839	15/11/2007 16:34:39	0,008	251,5	5,41		
T9	23	-7,130479743	-34,8595033	47,723	15/11/2007 16:34:49	0,001	0,0	1,04		
T9	24	-7,1305012	-34,85954621	48,684	15/11/2007 16:34:54	0,005	243,4	3,88		
T9	25	-7,130544115	-34,85973933	48,684	15/11/2007 16:34:59	0,022	257,5	15,74		
T9	26	-7,130587031	-34,86006119	48,684	15/11/2007 16:35:04	0,036	262,4	25,83		
T9	27	-7,130608488	-34,86044743	47,723	15/11/2007 16:35:09	0,043	266,8	30,77		
T9	28	-7,130565574	-34,86076929	47,242	15/11/2007 16:35:14	0,036	277,6	25,83		
T9	29	-7,130587031	-34,86087658	46,281	15/11/2007 16:35:19	0,012	258,7	8,73		
T9	30	-7,130844522	-34,86096241	47,242	15/11/2007 16:35:24	0,030	198,4	21,62		
T9	31	-7,131230757	-34,86102678	47,723	15/11/2007 16:35:29	0,043	189,5	31,18		
T9	32	-7,131338045	-34,86102678	47,242	15/11/2007 16:35:34	0,012	180,0	8,55		
T9	36	-7,131359502	-34,86102678	51,568	15/11/2007 16:35:54	0,002	180,0	1,71		
T9	37	-7,13138096	-34,86098387	50,607	15/11/2007 16:35:59	0,005	116,6	3,88		
T9	38	-7,131273672	-34,86085512	50,126	15/11/2007 16:36:04	0,019	50,2	13,34		
T9	39	-7,130887437	-34,86087658	49,165	15/11/2007 16:36:09	0,043	356,8	30,81		
T9	40	-7,130286626	-34,86079075	49,165	15/11/2007 16:36:14	0,067	8,1	48,32		
T9	41	-7,129793102	-34,86070492	50,126	15/11/2007 16:36:19	0,055	9,9	39,89		
T9	42	-7,129664357	-34,86089804	49,645	15/11/2007 16:36:24	0,026	303,7	18,47		
T9	43	-7,129492697	-34,86141302	48,684	15/11/2007 16:36:29	0,060	288,5	43,18		
T9	44	-7,129170835	-34,86209966	46,761	15/11/2007 16:36:34	0,084	295,1	60,34		
T9	45	-7,128784599	-34,86289359	48,684	15/11/2007 16:36:39	0,098	296,0	70,25		
T9	46	-7,128376907	-34,86377334	48,203	15/11/2007 16:36:44	0,107	294,9	77,14		
T9	47	-7,127947757	-34,86463164	46,281	15/11/2007 16:36:49	0,106	296,6	76,35		
T9	48	-7,127540064	-34,86548995	46,281	15/11/2007 16:36:54	0,105	295,4	75,59		
T9	49	-7,127153829	-34,86632679	45,800	15/11/2007 16:36:59	0,102	294,8	73,32		
T9	50	-7,126746136	-34,86718509	45,800	15/11/2007 16:37:04	0,105	295,4	75,59		
T9	51	-7,126424274	-34,86782881	46,761	15/11/2007 16:37:09	0,080	296,6	57,26		
T9	52	-7,126059496	-34,86806485	47,723	15/11/2007 16:37:14	0,048	327,1	34,59		
T9	53	-7,125887836	-34,86855837	48,684	15/11/2007 16:37:19	0,058	289,2	41,57		

QUADRO 02 - Aferição de velocidade operacional

Continuação do Quadro 02

T9	54	-7,125909294	-34,86909481	48,684	15/11/2007 16:37:24	0,059	267,7	42,70	AV. PEDRO II / AV. CAMILO DE HOLANDA / AV. MAX. FIGUEIREDO / AV. JOÃO MACHADO T1 (ASF/MU/02FX)	31,92
T9	55	-7,125587431	-34,86980291	48,684	15/11/2007 16:37:29	0,086	294,5	61,88		
T9	56	-7,125308484	-34,8703608	49,645	15/11/2007 16:37:34	0,069	296,6	49,63		
T9	57	-7,125158281	-34,87070412	52,049	15/11/2007 16:37:39	0,041	293,7	29,86		
T9	58	-7,124836418	-34,87132639	50,607	15/11/2007 16:37:44	0,077	297,4	55,74		
T9	59	-7,124536013	-34,87190574	51,568	15/11/2007 16:37:49	0,072	297,4	51,92		
T9	60	-7,124214151	-34,8724851	50,607	15/11/2007 16:37:54	0,073	299,1	52,73		
T9	61	-7,124171236	-34,87259238	50,607	15/11/2007 16:37:59	0,013	291,8	9,19		
T9	62	-7,124257066	-34,87280696	49,165	15/11/2007 16:38:04	0,026	248,2	18,41		
T9	63	-7,124793504	-34,87308591	49,165	15/11/2007 16:38:09	0,067	207,4	48,13		
T9	64	-7,125587433	-34,87342923	48,684	15/11/2007 16:38:14	0,096	203,4	68,86		
T9	65	-7,125952212	-34,873794	48,203	15/11/2007 16:38:19	0,057	225,0	41,06		
T9	66	-7,125909297	-34,8743519	48,203	15/11/2007 16:38:24	0,062	274,4	44,50		
T9	67	-7,125866382	-34,87510291	48,203	15/11/2007 16:38:29	0,083	273,3	59,83		
T9	68	-7,125844925	-34,87585392	49,165	15/11/2007 16:38:34	0,083	271,6	59,76		
T9	69	-7,125802011	-34,87669077	49,645	15/11/2007 16:38:39	0,093	272,9	66,65		
T9	70	-7,125759096	-34,87733449	49,165	15/11/2007 16:38:44	0,071	273,8	51,31		
T9	71	-7,125759096	-34,87742032	50,607	15/11/2007 16:38:49	0,010	270,0	6,91		
T9	72	-7,125759096	-34,87752761	51,568	15/11/2007 16:38:54	0,012	270,0	8,56		
T9	80	-7,125759096	-34,87750615	53,971	15/11/2007 16:40:01	0,000	0,0	0,00		
T9	80	-7,125759096	-34,87750615	53,971	15/11/2007 16:51:55	0,000	0,0	0,00	AV. JOAO MACHADO T2 (ASF/MU/02FX)	24,54
T9	92	-7,125673266	-34,8779353	54,932	15/11/2007 16:52:00	0,027	280,3	19,28		
T9	93	-7,125694724	-34,87814988	47,242	15/11/2007 16:52:05	0,025	264,3	18,02		
T9	94	-7,125673267	-34,87845028	50,607	15/11/2007 16:52:10	0,033	274,1	24,08		
T9	95	-7,125651809	-34,87860049	53,490	15/11/2007 16:52:15	0,017	278,1	12,25		
T9	97	-7,125630352	-34,87860049	39,551	15/11/2007 16:52:25	0,003	360,0	2,43		
T9	100	-7,125608894	-34,87875069	40,513	15/11/2007 16:52:40	0,017	278,1	12,11		
T9	101	-7,125308489	-34,87866486	42,916	15/11/2007 16:52:45	0,035	15,9	24,94		
T9	102	-7,124750593	-34,87838591	44,358	15/11/2007 16:52:50	0,069	26,5	49,67		
T9	103	-7,124085409	-34,87808551	43,877	15/11/2007 16:52:55	0,081	24,3	58,11		
T9	104	-7,123355852	-34,87774219	44,358	15/11/2007 16:53:00	0,089	25,2	64,19	AV. TABAJARAS / AV. EURIPEDES TAVARES (ASF/MU/04FX)	56,00
T9	105	-7,122647754	-34,87744178	44,839	15/11/2007 16:53:05	0,085	23,0	61,24		
T9	106	-7,12198257	-34,87711992	45,319	15/11/2007 16:53:10	0,082	25,8	58,83		
T9	107	-7,121295929	-34,87681952	46,281	15/11/2007 16:53:15	0,083	23,6	59,67		
T9	108	-7,120652202	-34,87649765	47,242	15/11/2007 16:53:20	0,080	26,5	57,30		
T9	109	-7,120008476	-34,87617579	47,723	15/11/2007 16:53:25	0,080	26,5	57,30		
T9	110	-7,119343292	-34,87587539	47,723	15/11/2007 16:53:30	0,081	24,3	58,11		
T9	111	-7,118699566	-34,87555352	47,723	15/11/2007 16:53:35	0,080	26,5	57,29		
T9	112	-7,118034382	-34,87523166	48,203	15/11/2007 16:53:40	0,082	25,8	58,83		
T9	113	-7,117347741	-34,87488834	48,203	15/11/2007 16:53:45	0,085	26,5	61,11		
T9	114	-7,116704015	-34,87460939	49,165	15/11/2007 16:53:50	0,078	23,4	55,86		
T9	115	-7,116553812	-34,87437336	49,645	15/11/2007 16:53:55	0,031	57,5	22,26		
T9	116	-7,116811302	-34,8739013	49,645	15/11/2007 16:54:00	0,059	118,6	42,78	AV. MONS. WOLFREDO LEAL (ASF/MU/03FX)	58,15
T9	117	-7,11709025	-34,87321466	49,645	15/11/2007 16:54:05	0,082	112,1	58,96		
T9	118	-7,117390655	-34,87242073	49,645	15/11/2007 16:54:10	0,094	110,7	67,53		
T9	119	-7,117712517	-34,87158388	50,126	15/11/2007 16:54:15	0,099	111,1	71,32		
T9	120	-7,11803438	-34,87074704	50,126	15/11/2007 16:54:20	0,099	111,1	71,32		
T9	121	-7,118313327	-34,86999603	50,126	15/11/2007 16:54:25	0,089	110,4	63,73		
T9	122	-7,118034379	-34,86971708	50,607	15/11/2007 16:54:30	0,044	45,0	31,40		
T9	123	-7,117733973	-34,86941668	51,087	15/11/2007 16:54:35	0,047	45,0	33,81	R. SINDIO FIGUEIREDO / R. GONZAGA DE SILVA (ASF/MD/01FX)	50,36
T9	124	-7,117905633	-34,86898753	50,607	15/11/2007 16:54:40	0,051	111,8	36,77		
T9	125	-7,118077293	-34,86851546	50,607	15/11/2007 16:54:45	0,055	110,0	39,96		
T9	126	-7,118377698	-34,8677859	47,723	15/11/2007 16:54:50	0,087	112,4	62,80		

QUADRO 02 - Aferição de velocidade operacional

Continuação do Quadro 02

T9	127	-7,11844207	-34,86694906	47,242	15/11/2007 16:54:55	0,093	94,4	66,76	R. SINDIO FIGUEIREDO / R. GONZAGA DE SILVA (ASF/MD/01FX)	50,36
T9	128	-7,118420612	-34,86626242	49,165	15/11/2007 16:55:00	0,076	88,2	54,66		
T9	129	-7,118163122	-34,86594056	50,607	15/11/2007 16:55:05	0,046	51,3	32,81		
T9	130	-7,117583768	-34,8656187	50,607	15/11/2007 16:55:10	0,073	29,0	52,76		
T9	131	-7,11721899	-34,86527538	50,126	15/11/2007 16:55:15	0,055	43,2	39,87		
T9	132	-7,116918584	-34,86456728	48,684	15/11/2007 16:55:20	0,085	67,0	61,20		
T9	133	-7,116575263	-34,86400938	48,684	15/11/2007 16:55:25	0,072	58,4	52,12		
T9	134	-7,115995909	-34,86355878	49,645	15/11/2007 16:55:30	0,081	37,8	58,42		
T9	135	-7,11528781	-34,86308671	51,568	15/11/2007 16:55:35	0,094	33,7	67,75		
T9	136	-7,114622627	-34,86261465	52,049	15/11/2007 16:55:40	0,090	35,3	64,93		
T9	137	-7,1139789	-34,86216404	53,010	15/11/2007 16:55:45	0,087	35,0	62,55		
T9	138	-7,113485377	-34,86169197	53,010	15/11/2007 16:55:50	0,075	43,7	54,35		
T9	139	-7,113120598	-34,86109116	51,568	15/11/2007 16:55:55	0,078	58,7	55,93		
T9	140	-7,112970395	-34,86074784	51,087	15/11/2007 16:56:00	0,041	66,3	29,81		
T9	141	-7,113034768	-34,86038307	49,165	15/11/2007 16:56:05	0,041	100,0	29,50		
T9	142	-7,113034767	-34,85969643	47,242	15/11/2007 16:56:10	0,076	90,0	54,63	AV. ESP. SANTO (ASF/MD/01FX)	57,33
T9	143	-7,113056224	-34,85898833	47,242	15/11/2007 16:56:15	0,078	91,7	56,35		
T9	144	-7,113056224	-34,85853772	47,723	15/11/2007 16:56:20	0,050	90,0	35,84		
T9	145	-7,113077681	-34,85787254	46,761	15/11/2007 16:56:25	0,074	91,8	52,94		
T9	146	-7,113077681	-34,85699278	45,319	15/11/2007 16:56:30	0,097	90,0	69,98		
T9	147	-7,11307768	-34,85602719	46,281	15/11/2007 16:56:35	0,107	90,0	76,80		
T9	148	-7,113077679	-34,85504015	47,242	15/11/2007 16:56:40	0,109	90,0	78,51		
T9	149	-7,113099136	-34,85435351	48,684	15/11/2007 16:56:45	0,076	91,8	54,65		
T9	150	-7,113099136	-34,85366687	48,684	15/11/2007 16:56:50	0,076	90,0	54,61		
T9	151	-7,113077678	-34,85302314	47,723	15/11/2007 16:56:55	0,071	88,1	51,23		
T9	152	-7,113099135	-34,85278711	47,723	15/11/2007 16:57:00	0,026	95,2	18,85		
T9	153	-7,113099135	-34,8523365	48,684	15/11/2007 16:57:05	0,050	90,0	35,85		
T9	154	-7,113099135	-34,8516284	47,723	15/11/2007 16:57:10	0,078	90,0	56,32		
T9	155	-7,113099134	-34,85072719	47,242	15/11/2007 16:57:15	0,100	90,0	71,68		
T9	156	-7,113099134	-34,84974014	47,242	15/11/2007 16:57:20	0,109	90,0	78,51		
T9	157	-7,113099133	-34,84909642	45,319	15/11/2007 16:57:25	0,071	90,0	51,22		
T9	158	-7,113077675	-34,84845269	42,435	15/11/2007 16:57:30	0,071	88,1	51,27		
T9	159	-7,113077675	-34,84774459	38,590	15/11/2007 16:57:35	0,078	90,0	56,39		
T9	160	-7,113077674	-34,84707941	35,706	15/11/2007 16:57:40	0,074	90,0	52,95		
T9	161	-7,113077674	-34,84630694	31,380	15/11/2007 16:57:45	0,085	90,0	61,52		
T9	162	-7,113056216	-34,84544864	27,054	15/11/2007 16:57:50	0,095	88,6	68,36		
T9	163	-7,113056215	-34,84471908	24,651	15/11/2007 16:57:55	0,081	90,0	58,05		
T9	164	-7,113034757	-34,8439037	24,651	15/11/2007 16:58:00	0,090	88,5	64,88		
T9	165	-7,113013299	-34,8430454	26,574	15/11/2007 16:58:05	0,095	88,6	68,30		
T9	166	-7,112906011	-34,84238021	28,977	15/11/2007 16:58:10	0,074	80,8	53,62		
T9	167	-7,113184959	-34,84212272	31,380	15/11/2007 16:58:15	0,042	137,3	30,26	R. AFONSO BARBOSA (ASF/MD/01FX)	35,13
T9	168	-7,113764312	-34,84203689	30,900	15/11/2007 16:58:20	0,065	171,6	46,64		
T9	169	-7,114107633	-34,84197252	31,380	15/11/2007 16:58:25	0,039	169,4	27,81		
T9	170	-7,114536784	-34,84188669	32,822	15/11/2007 16:58:30	0,048	168,7	34,86		
T9	171	-7,114987392	-34,84184378	34,264	15/11/2007 16:58:35	0,050	174,6	36,06	ACESSO LOCAL HTA (CTO/MU/01FX)	25,67
T9	172	-7,115051764	-34,84207981	34,745	15/11/2007 16:58:40	0,027	254,7	39,46		
T9	173	-7,115116137	-34,84229438	34,745	15/11/2007 16:58:45	0,025	253,3	37,82		
T9	174	-7,115287798	-34,84240167	35,225	15/11/2007 16:58:50	0,022	212,0	26,00		
T9	175	-7,115566746	-34,84246604	35,706	15/11/2007 16:58:55	0,032	193,0	22,80		
T9	176	-7,115802778	-34,84250896	36,667	15/11/2007 16:59:00	0,027	190,3	19,11		
T9	177	-7,115910066	-34,84253041	34,745	15/11/2007 16:59:05	0,012	191,3	8,82		

QUADRO 02 - Aferição de velocidade operacional

Após o agrupamento dos dados, os registros foram tratados permanecendo apenas os que representavam a ocorrência e o deslocamento, do ponto de acionamento até o destino hospitalar, período em que mais se exige nas variáveis, velocidade e roteirização. Esses períodos podem ser vistos por tipo de via e logradouro nos gráficos que seguem.

A sequência de gráficos apresentados nas próximas páginas representaram o comportamento da velocidade operacional em trechos que foram agrupados, por tipo de pavimento e características da via (Gráficos de 08 a 16).

Em alguns dos gráficos foram inseridas referências alfanuméricas, a fim de evidenciar através da filmagem o registro do elemento de atrito, através da captura do quadro de filmagem realizada durante as ocorrências.

Esse procedimento foi auxiliado por um banco de dados de um SIG e por uma camada de cadastro imobiliário o que auxiliou na definição dos atritos que cada tipo de via exerce no deslocamento do veículo de emergência e urgência.

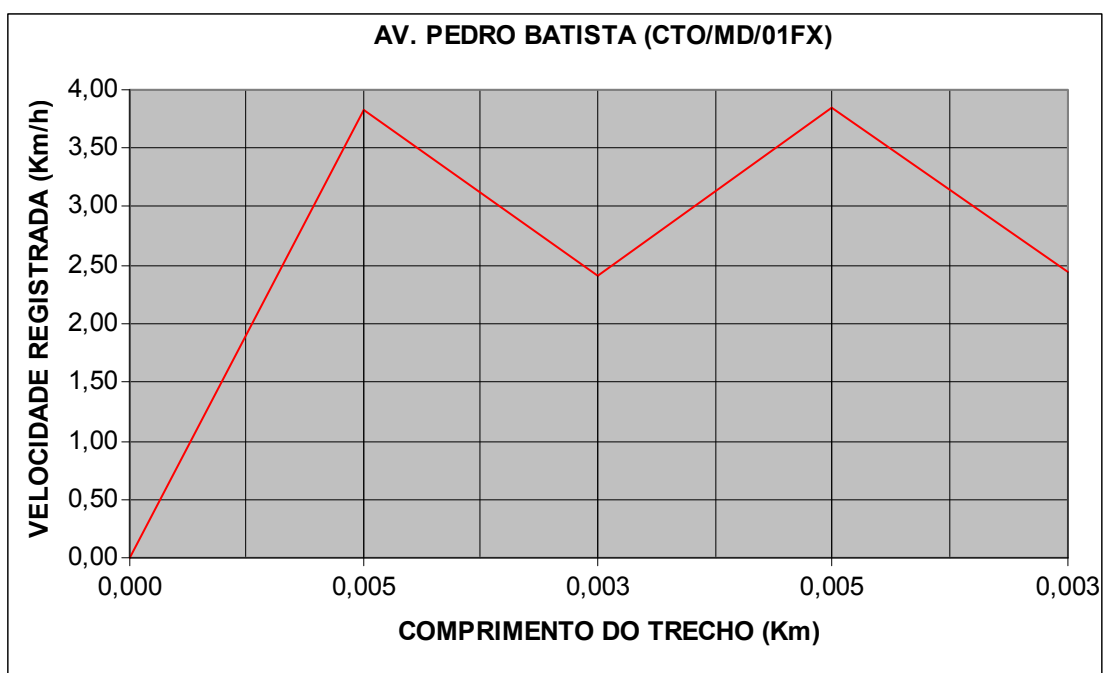


GRÁFICO 08 - Variação de velocidade após acionamento

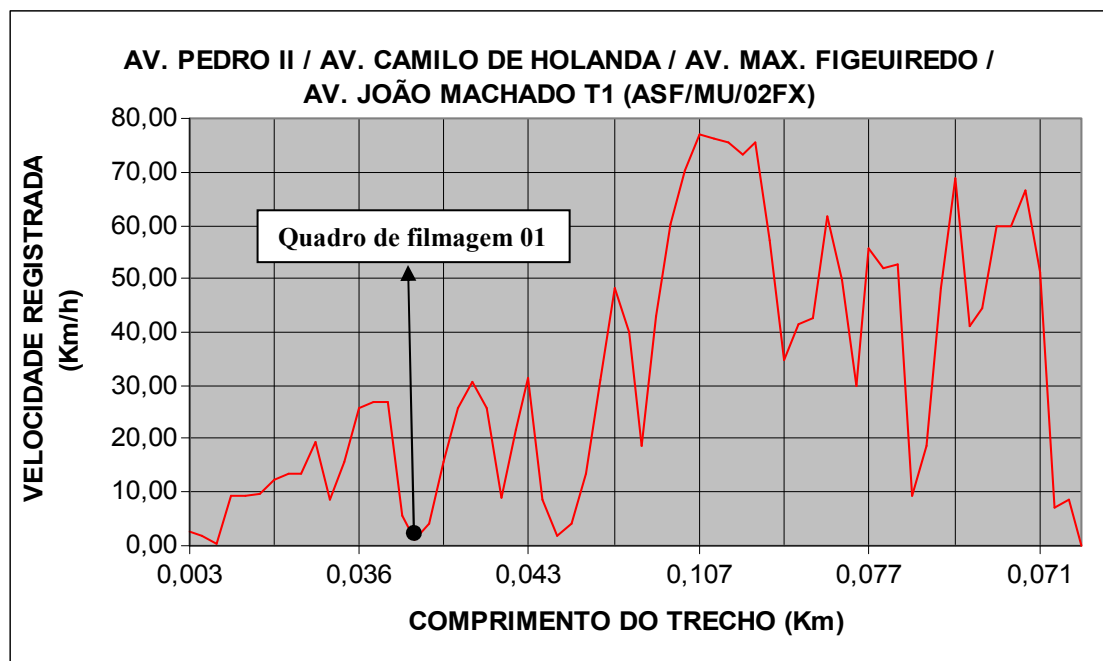


GRÁFICO 09 - Variação de velocidade em corredores viários



QUADRO DE FILMAGEM 01 – Interrupção de deslocamento

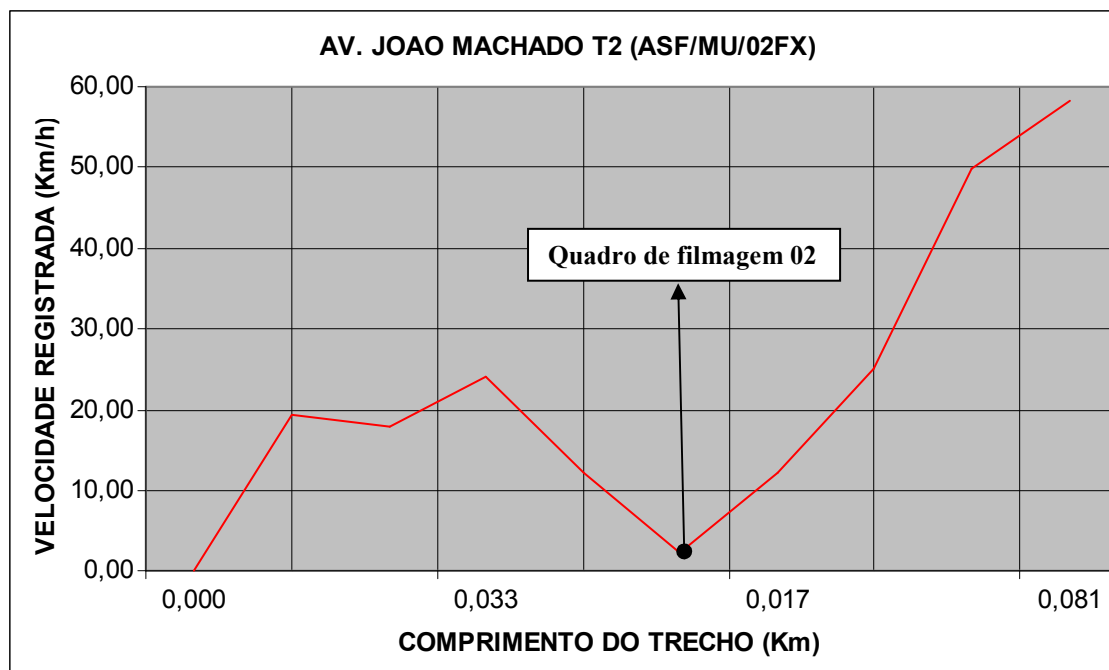


GRÁFICO 10 - Variação de velocidade após atendimento no local da ocorrência



QUADRO DE FILMAGEM 02 – Engarrafamento

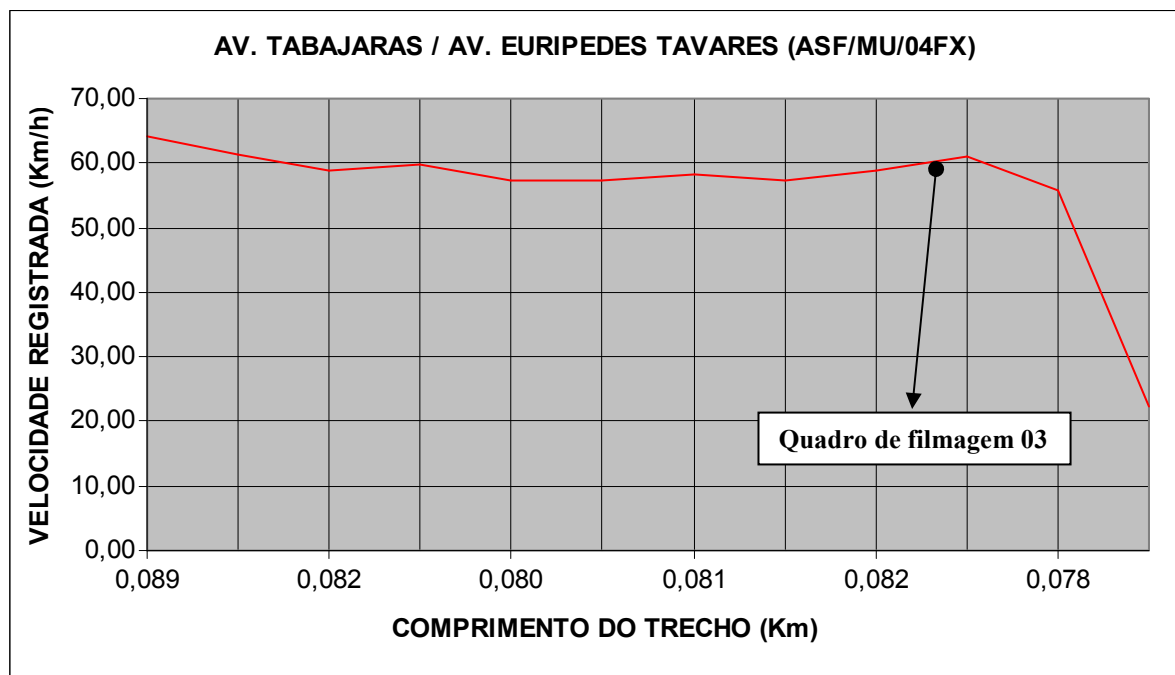


GRÁFICO 11 - Variação de velocidade em corredor viário



QUADRO DE FILMAGEM 03 – Velocidade de Cruzeiro (A)

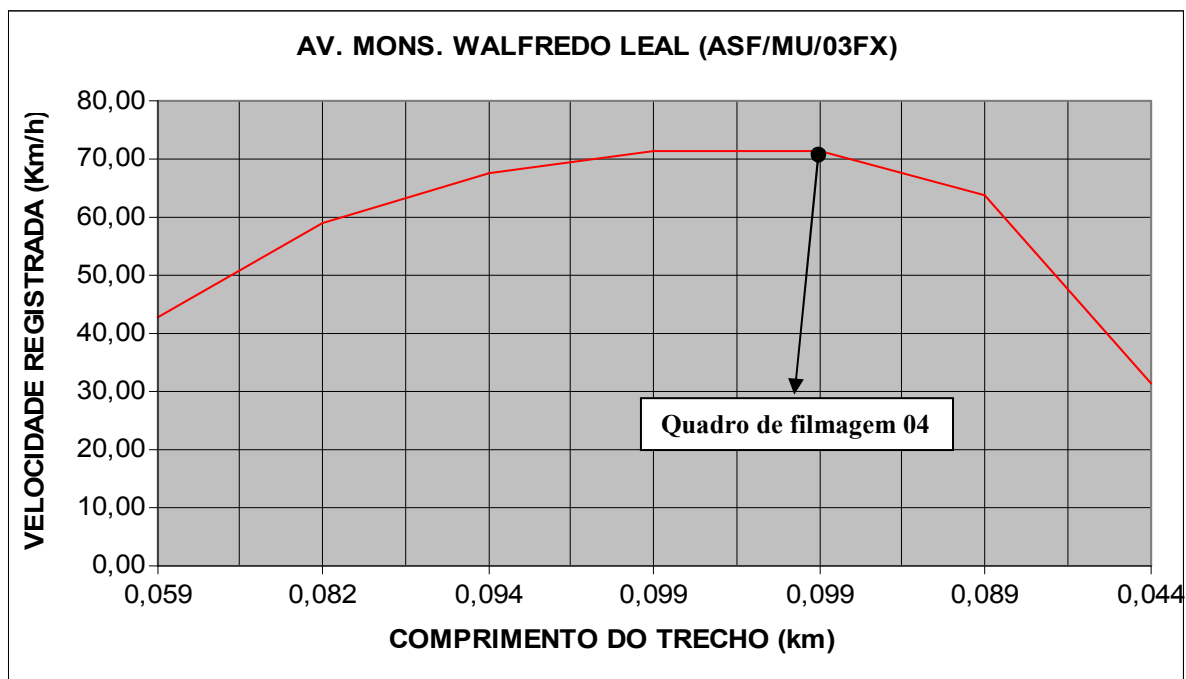


GRÁFICO 12 - Variação de velocidade / mudança do número de faixas viárias



QUADRO DE FILMAGEM 04 – Velocidade de cruzeiro (B)

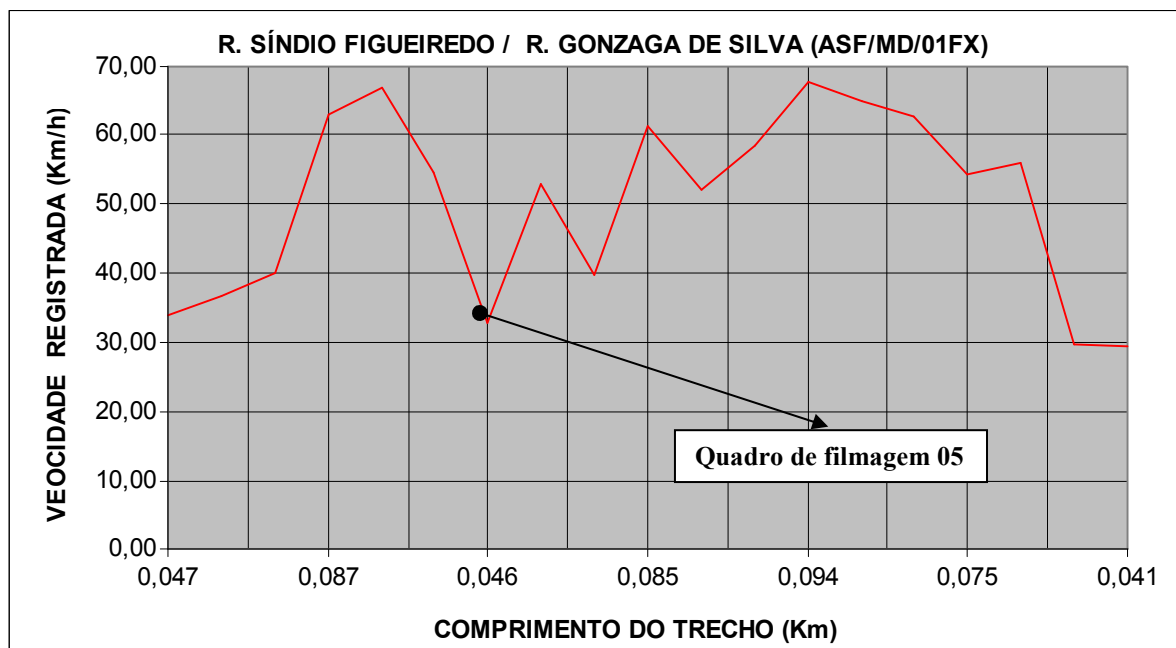


GRÁFICO 13 - Variação de velocidade



QUADRO DE FILMAGEM 05 – Velocidade / Traçado da via

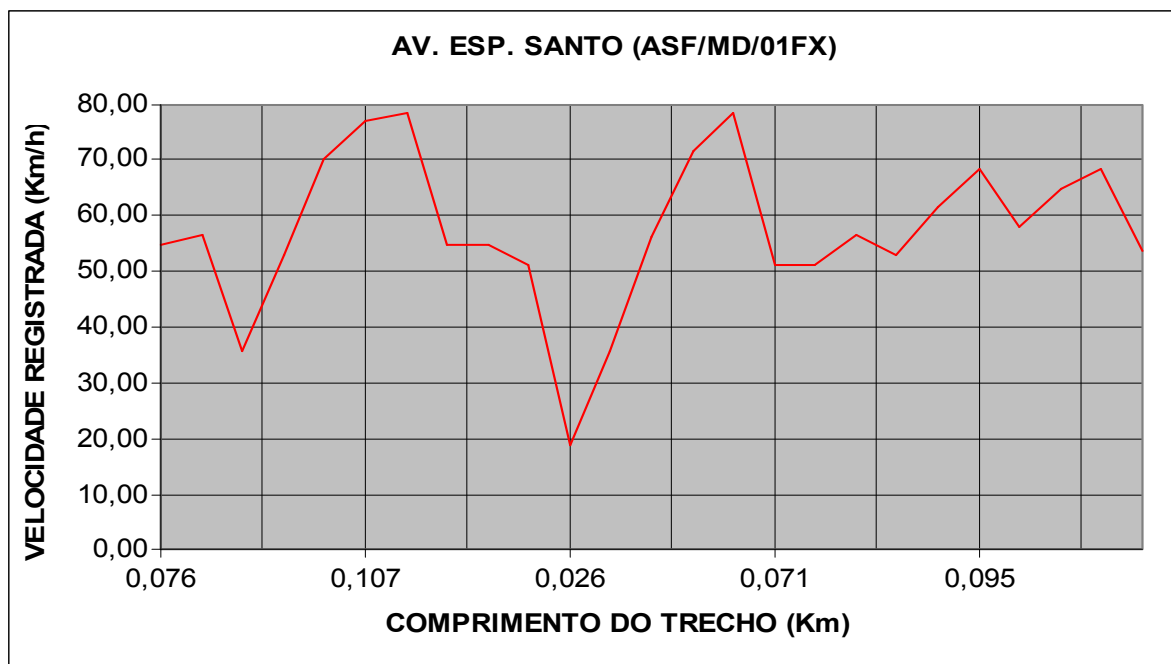


GRÁFICO 14 - Variação de velocidade

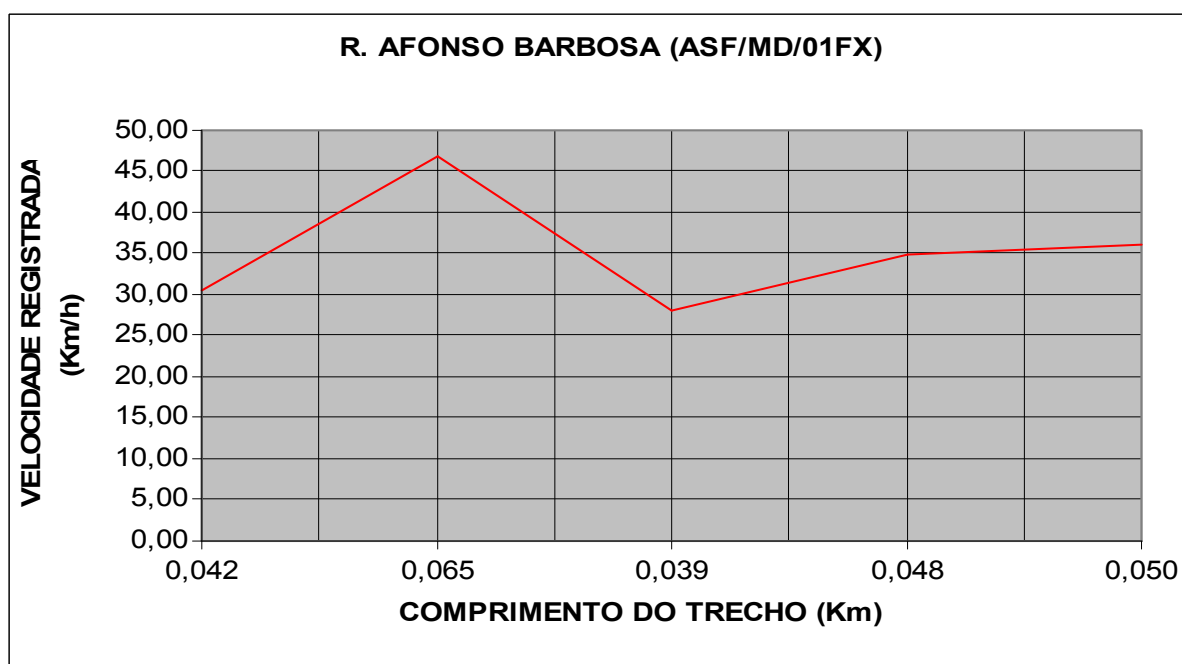


GRÁFICO 15 - Variação de velocidade

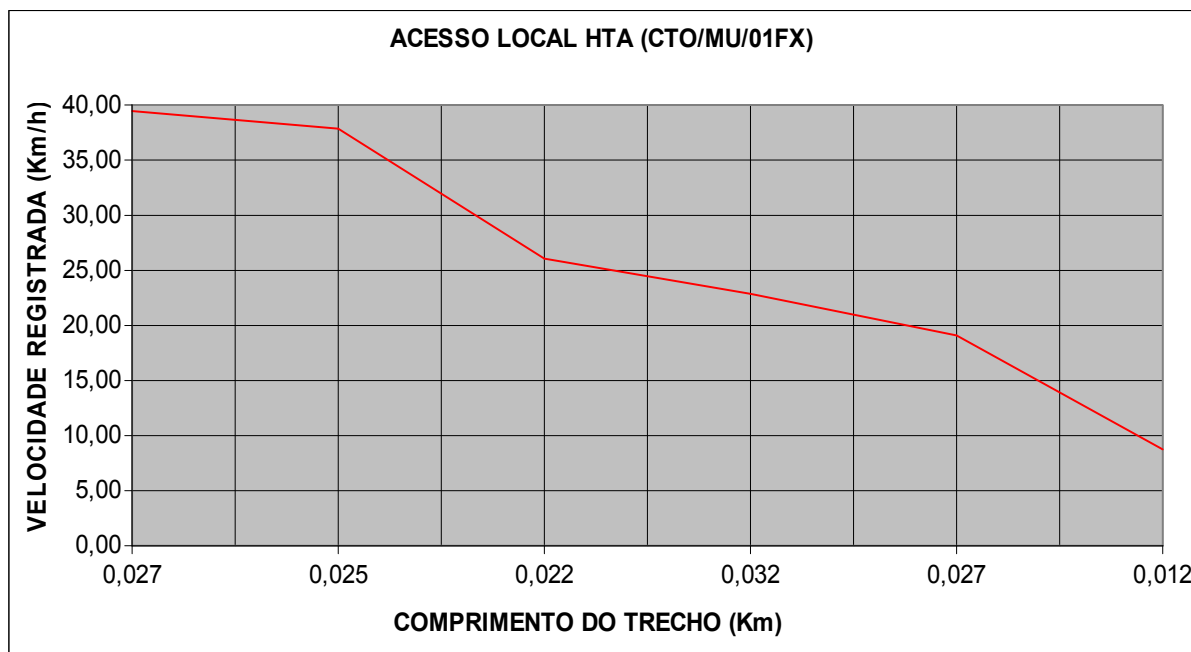


GRÁFICO 16 - Variação de velocidade / mudança de tipo de pavimento

Após o tratamento gráfico dos dados, foi percebido que os elementos de atrito presentes no sistema viário interferem em certo grau na velocidade operacional do veículo de urgência e emergência.

De acordo com CTB, esse tipo de veículo, goza de livre parada, estacionamento e circulação, porém a dinâmica de cada espaço urbano se sobrepõe à legislação e aos conceitos técnicos, onde o exercício do deslocamento por esse veículo se depara com as situações reais de circulação.

Mesmo tendo legislação, elementos técnicos e científicos para regulamentar o deslocamento de veículos de emergência, a infra-estrutura urbana oferecida pelo estado ainda não consegue até o presente momento viabilizar um deslocamento prioritário para os veículos desse tipo de atividade.

Por esse e outros fatores, as ambulâncias estão sujeitas às mesmas condições de uso do sistema viário que os demais veículos privados. A menos que se dispunham faixas viárias exclusivas para o deslocamento de veículos de uso público (exemplo: faixas exclusivas para ônibus), devidamente sinalizadas, poderá ser possível a realização do deslocamento prioritário nesse serviço.

O tempo gasto para percorrer determinada distância no sistema viário urbano, pode variar muito quando confrontado a velocidade operacional do veículo e as condições do dado instantâneo em que se mede a mesma,

Assim, determinar uma velocidade média operacional por registro de grafo, se tornou inviável pelo fato de não possuir tempo disponível frente à gigantesca gama de informações que seriam coletada dentro de uma amostra temporal significativa e segura para tamanho feito.

Os gráficos evidenciam o tempo todo que o veículo de emergência não apresenta um deslocamento e um ganho de velocidade progressivo e constante. Em todas as representações, apresenta períodos de aceleração e desaceleração muito intensos, devido aos elementos de atrito presentes nas vias.

Com certo grau de raridade, um dos gráficos aqui tomado como exemplo (Gráfico 12 Av. Mons. Walfredo Leal ASF/UM/03FX), apresentou um comportamento de aceleração e desaceleração progressivo e bem distribuído.

Este comportamento deve-se ao fato raro de no dia e hora do atendimento, o serviço municipal (STTrans) em conjunto com o estadual (CPTran) de trânsito priorizarem o deslocamento da ambulância, frente aos veículos particulares bloqueando a via (Av. Monsenhor Walfredo Leal) pela qual passava a ambulância naquele instante. Além desses fatores a via apresentava condições geométricas e de pavimento favoráveis à aceleração e condução do veículo com rapidez e segurança.

As velocidades médias operacionais foram calculadas de acordo com o agrupamento de dados que correspondiam em nível de igualdade as condições de tipo de via, pavimento e geometria.

No tratamento dos dados foi aplicado o mesmo procedimento às demais planilhas, onde todas as velocidades registradas foram agrupadas a fim de tornar mais didática à leitura, evidenciando que todas as outras variáveis estariam embutidas no registro da velocidade real do veículo por tipo de pavimento e sob a influência de todos os elementos que interferem na variável, obtidas a partir do registro de situações reais (Quadro 03⁸).

VELOCIDADES MÉDIAS POR TIPO DE VIA		
RESUMO		
TIPO DE VIA	V. REGIST.	V. MEDIA
(ASF/MD/01FX)	25,36	33,99
(ASF/MD/01FX)	10,45	
(ASF/MD/01FX)	38,34	
(ASF/MD/01FX)	46,65	
(ASF/MD/01FX)	48,13	

⁸ Vide nomenclatura de combinação das variáveis no Item 5.3 – Variáveis de Composição do Sistema Viário

(ASF/MD/01FX)	11,99	
(ASF/MD/01FX)	40,06	
(ASF/MD/01FX)	36,81	
(ASF/MD/01FX)	32,66	
(ASF/MD/01FX)	44,03	
(ASF/MD/01FX)	21,76	
(ASF/MD/01FX)	16,63	
(ASF/MD/01FX)	22,79	
(ASF/MD/01FX)	30,69	
(ASF/MD/01FX)	35,43	
(ASF/MD/01FX)	38,17	
(ASF/MD/01FX)	40,30	
(ASF/MD/01FX)	57,33	
(ASF/MD/01FX)	35,13	
(ASF/MD/01FX)	50,36	
(ASF/MD/01FX)	30,81	
(ASF/MU/02FX)	60,51	42,22
(ASF/MU/02FX)	44,60	
(ASF/MU/02FX)	43,05	
(ASF/MU/02FX)	54,00	
(ASF/MU/02FX)	45,18	
(ASF/MU/02FX)	33,02	
(ASF/MU/02FX)	29,82	
(ASF/MU/02FX)	59,51	
(ASF/MU/02FX)	34,63	
(ASF/MU/02FX)	61,85	
(ASF/MU/02FX)	56,22	
(ASF/MU/02FX)	56,96	
(ASF/MU/02FX)	29,32	
(ASF/MU/02FX)	32,38	
(ASF/MU/02FX)	24,54	
(ASF/MU/02FX)	31,92	
(ASF/MU/02FX)	20,32	
(ASF/MU/03FX)	31,44	44,79
(ASF/MU/03FX)	58,15	39,12
(ASF/MU/04FX) ***	22,24	
(ASF/MU/04FX) ***	56,00	17,44
(CTO/MD/01FX)	34,11	
(CTO/MD/01FX)	14,07	
(CTO/MD/01FX)	3,78	
(CTO/MD/01FX)	13,58	
(CTO/MD/01FX)	23,96	
(CTO/MD/01FX)	24,06	
(CTO/MD/01FX)	14,82	
(CTO/MD/01FX)	36,11	
(CTO/MD/01FX)	5,59	
(CTO/MD/01FX)	24,10	
(CTO/MD/01FX)	5,88	
(CTO/MD/01FX)	15,24	
(CTO/MD/01FX)	30,80	
(CTO/MD/01FX)	23,09	
(CTO/MD/01FX)	13,19	

Continuação do QUADRO 03.

(CTO/MD/01FX)	2,50	
(CTO/MD/01FX)	11,54	
(CTO/MU/01FX)	17,86	21,34
(CTO/MU/01FX)	18,59	
(CTO/MU/01FX)	23,96	
(CTO/MU/01FX)	20,32	
(CTO/MU/01FX)	25,67	
(CTO/MU/01FX)	21,61	
(SPV/MD/01FX)	17,09	16,62
(SPV/MD/01FX)	16,16	
BR-101 (ASF/MU/02FX)	56,00	81,14
BR-101 (ASF/MU/02FX)	71,06	
BR-230 (ASF/MU/02FX)	96,24	
BR-230 (ASF/MU/02FX)	78,76	
BR-230 (ASF/MU/02FX)	83,07	
BR-230 (ASF/MU/02FX)	58,10	
BR-230 (ASF/MU/02FX)	92,44	
BR-230 (ASF/MU/02FX)	83,69	
BR-230 (ASF/MU/02FX)	103,98	
BR-230 (ASF/MU/02FX)	102,77	
BR-230 (ASF/MU/02FX)	70,57	
BR-230 (ASF/MU/02FX)	76,98	
*** AV. JOÃO MACHADO (BAIRRO: CENTRO) GEOMETRIA COM INIBIÇÃO DE VELOCIDADE E 04 SEMÁFOROS		

QUADRO 03 - Velocidades médias por tipo de via

Uma das formas de exibição de variação da velocidade operacional obtida é a representação gráfica. Nesse tipo de ferramenta têm-se uma visão global do registro e da evolução da velocidade através da relação real entre a dinâmica do ambiente urbano, o uso da máquina, o fator humano, o uso dos equipamentos disponíveis e o tipo de pavimento em que circula o veículo de emergência em sua rota de socorro. As velocidades operacionais obtidas foram agrupadas, calculando a média entre os dados obtidos na amostra de representação contida no Gráfico 17.

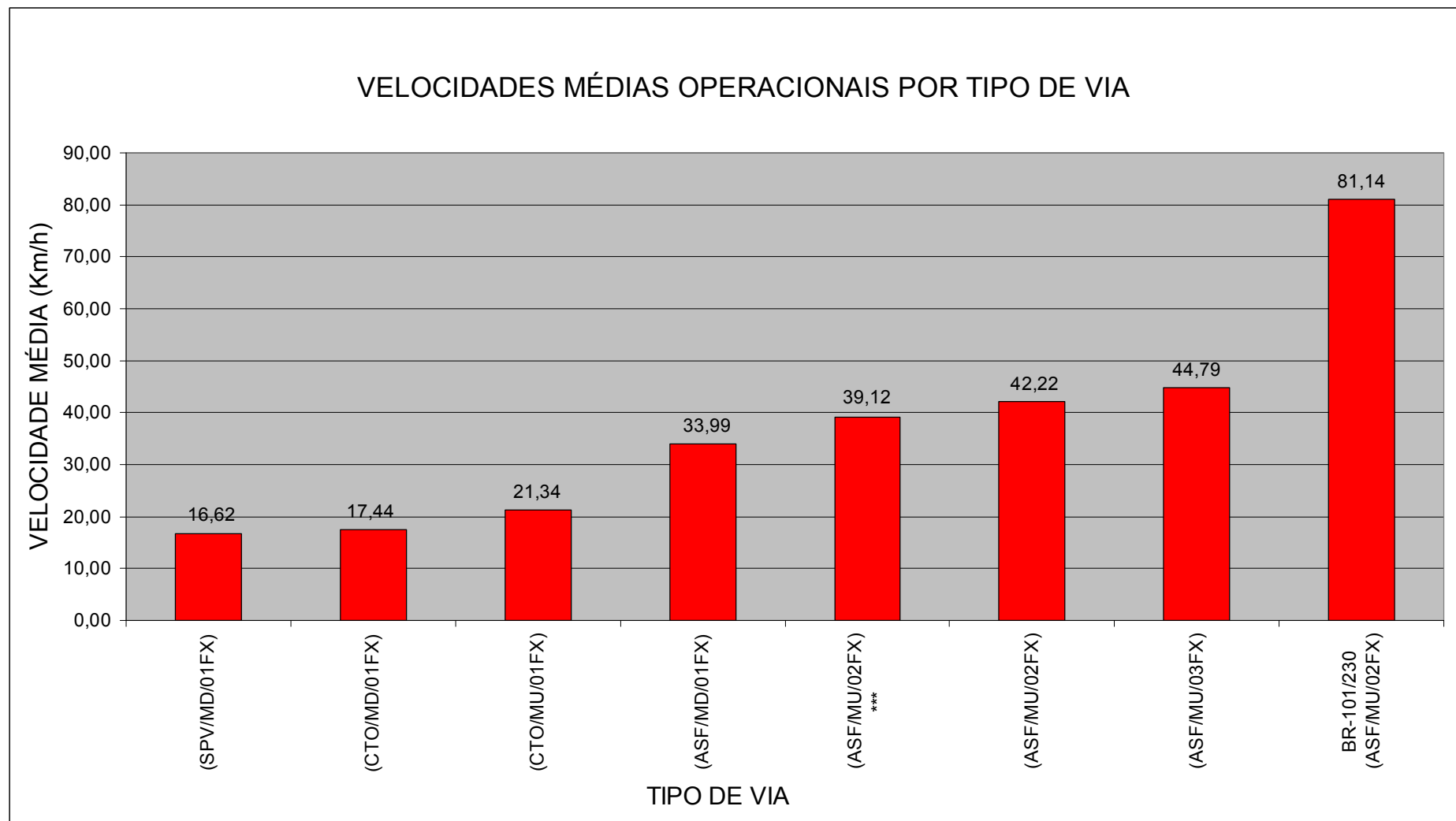


GRÁFICO 17 - Velocidades médias operacionais por tipo de via

5.5 MAPAS DE REGISTRO DE ROTAS

A análise numérica que é o ramo da matemática aplicada que estuda os métodos e algoritmos pode ser categoricamente utilizada nas análises espaciais. Nesta vertente, esta pesquisa procurou inicialmente reunir um aglomerado de informações que refletisse em seu universo de dados o comportamento do deslocamento dos veículos de urgência e emergência, registrada através dos mapas de rotas.

A maior parte das tendências citadas neste trabalho baseia-se nas respostas produzidas pela interação do GPS com SIG-T, aliados a análise espacial através dos mapas e das imagens.

Os mapas de representação espacial das rotas são deste modo, mais uma ferramenta para tornar didaticamente legível e interpretável tal comportamento. Se confrontados com as planilhas, verificar-se-á que os mapas representam graficamente os comportamentos, acrescidos de diversas técnicas e recursos computacionais para obtenção do produto final,

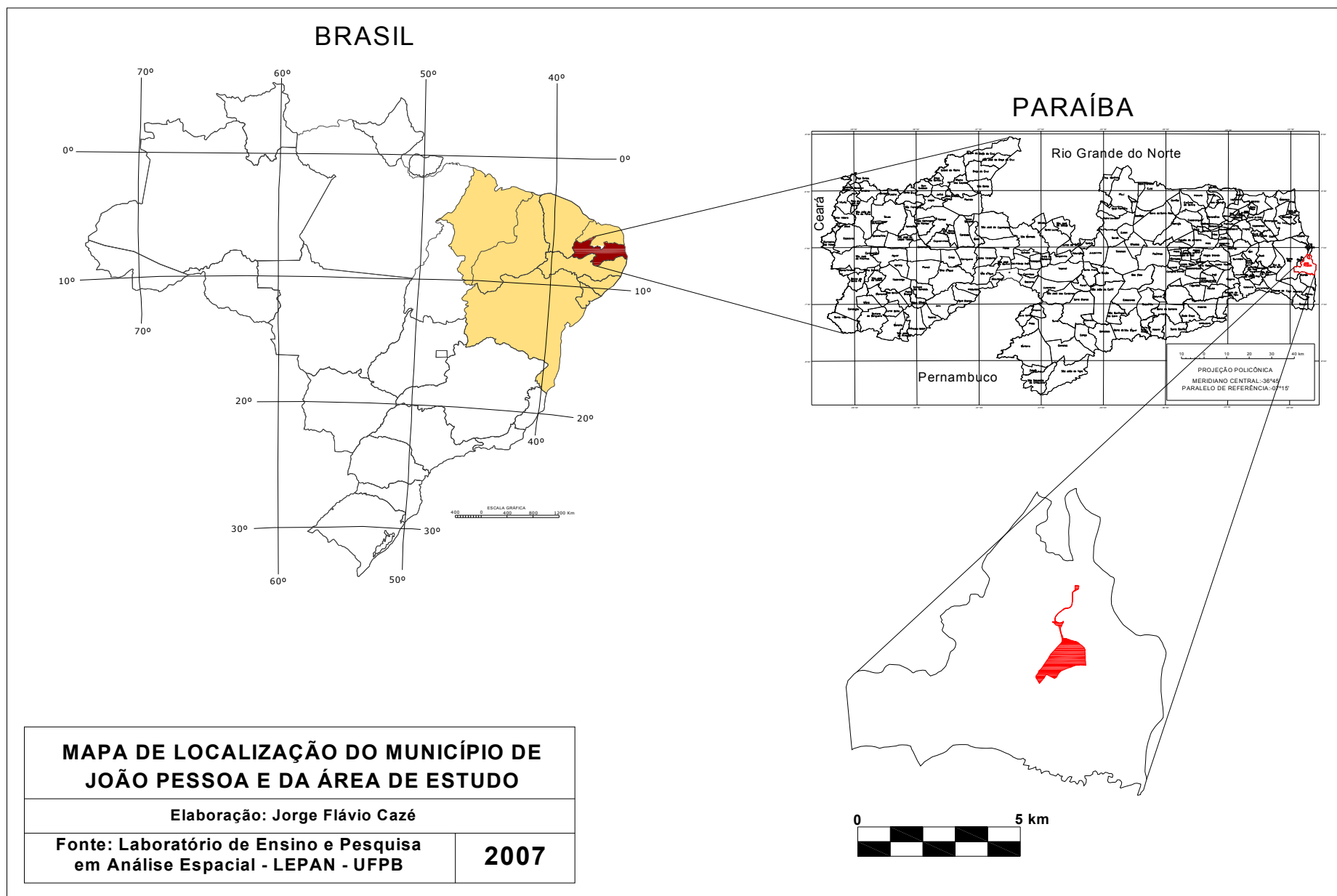
Neste subitem são apresentados os dez mapas (do mapa 02 ao 12) de registro de rotas em ocorrências reais, ao longo do período de coleta e exibidos em tamanho A4, para melhor visualização das características e observação do comportamento durante o deslocamento dos veículos (Quadro 04).

Ocorrência N°.	Data de Ref.	Origem	Destino de Atend.	Destino Hospitalar
01	JUN/07	SAMU	MANGABEIRA VII	MEM. S. FRANCISCO
02	NOV/07	SAMU	B. CAST. BRANCO	HT DE TRAUMAS
03	NOV/07	SAMU	B. ILHA DO BISPO	HT DE TRAUMAS
04	NOV/07	SAMU	B. JD. PARATIBE	SAMU*
05	NOV/07	SAMU	B. JAGUARIBE	HT STA IZABEL
06	NOV/07	SAMU	TORRE	SAMU**
07	NOV/07	SAMU	B. MANAÍRA	HT UNIMED
08	NOV/07	HT UNIMED	CENTRO	HT DE TRAUMAS
09	NOV/07	SAMU	GRAMAME	HT DE TRAUMAS
10	SET/07	SAMU	B.FUNCIONÁRIOS	HT DE TRAUMAS

* Falecimento da vítima antes da remoção - procedimentos a cargo do Inst. de Perícia Criminalística e Médica Legal - IPC/PB.

** Atendimento no local sem necessidade de remoção para rede hospitalar.

QUADRO 04 - Registro de rotas e ocorrências coletadas



MAPA 02 - Localização JPA/PB e Área de Estudo

[Visualizar o arquivo na pasta MAPAS](#)

[Visualizar o arquivo na pasta MAPAS](#)

[Visualizar o arquivo na pasta MAPAS](#)

[Visualizar o arquivo na pasta MAPAS](#)

[Visualizar o arquivo na pasta MAPAS](#)

[Visualizar o arquivo na pasta MAPAS](#)

[Visualizar o arquivo na pasta MAPAS](#)

[Visualizar o arquivo na pasta MAPAS](#)

[Visualizar o arquivo na pasta MAPAS](#)

[Visualizar o arquivo na pasta MAPAS](#)

5.6 COMENTÁRIOS

A análise preliminar das informações apresentadas toma como parâmetro de referência a escolha de rotas por um serviço de emergência de acordo com a variação horária do volume de tráfego, seja ele em intervalos de quarto de hora ou de hora inteira.

Esta análise foi feita através de planilha e gráficos os quais permitiram verificar as possíveis faixas de tempo em que o sistema “estrangula”, possibilitando detectar dois comportamentos complementares.

O primeiro adensamento, exibiu a variação do pico viário, que apresentou-se melhor distribuído entre as 10:45 e as 14:00 horas. Posteriormente, o segundo adensamento veicular se deu no período do fim da tarde até o início da noite, o que tornou possível detectar um aumento intenso no volume de veículos em um intervalo de tempo mais curto, das 16:30 as 19:15 horas.

Esta taxa de incidência de maior número de veículos circulando na via permitiu observar um curso importante de mudança nos padrões de deslocamento para veículos de emergência, os quais nesses horários devem evitar os principais corredores viários, haja vista que os mesmos operam sobrecarregados.

Especial atenção deve ser dada ao processo de roteirização de acordo com o observado no parágrafo anterior. Na direção em que vão as cidades de médio porte, o aumento da frota veicular congestionava o trânsito, forçando os veículos de emergência a procurarem rotas alternativas, que nem sempre são as mais viáveis, sob os aspectos de tempo gasto no percurso e do tipo e condições do pavimento.

O tipo de pavimento da via pode retardar em muito a velocidade operacional do veículo, já que deve ser considerado o quesito conforto de deslocamento para paciente com o quadro de saúde mais debilitado.

Após observar que a variação da velocidade não obedece a um padrão de regularidade, detectou-se que os elementos de atrito presentes no sistema respondem por grande parte de sua variância. Então, tais deslocamentos automaticamente viram reféns também das características, da qualidade e da eficiência de funcionamento do sistema viário.

Isto prova-se pelo fato do veículo de emergência ter alcançado melhor velocidade operacional no tipo de via **BR (ASF/UM/02FX)** com velocidade média registrada de 81,14 km/h. Essa velocidade foi obtida em função de uma série de condições técnicas e de engenharia aplicadas a esse tipo de via, como a ausência de passagens de nível, semáforos,

obstáculos físicos, sentido duplo de circulação e a presença de pontos fixos de entrada e saída no sistema, permitindo de certa forma tornar este tipo de via em um “corredor urbano expresso para veículos de emergência”, tanto que, de todas as ocorrências registradas, aquelas que utilizaram esse tipo de via mostraram-se mais eficientes do ponto de vista de tempo gasto e de melhor rota escolhida.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE DOS DADOS

6.1 INTRODUÇÃO

Os programas roteirizadores utilizam sistemas computacionais que através de algoritmos⁹ interagem com as bases de dados, para satisfazer uma ou mais condições, impostas a um conjunto de informações, a fim de, obter-se um produto final que neste caso, é a melhor rota para um veículo de emergência em uma situação adversa e/ou imprevisível.

Neste capítulo serão abordadas as variáveis evidenciadas no capítulo anterior, considerando o conjunto de problemas, que estão diretamente agregados ao processo de roteirização de veículos de emergência. Durante a análise das atividades empregadas, essas foram divididas em tópicos segundo os quais foram analisados desde o uso do SIG-T escolhido até a inserção das velocidades médias operacionais obtidas na matriz base de informações para o cálculo das rotas.

6.2 USO DO PROGRAMA TRANSCAD

Os procedimentos abaixo são compilações referentes a todas as etapas que foram necessárias para criação do protótipo de roteirização. Essas etapas foram balizadas pelo manual do programa produzido pela Calliper (1991-1993) e pelo material didático produzindo na Universidade de Tecnologia de *Eindhoven*, por Silva e Warden em 1996.

6.2.1 Criação de um Banco de Dados

Após a abertura do TRANSCAD, deve-se indicar nome para um novo arquivo e começar os procedimentos iniciais dentro do banco de dados de pontos, a fim de selecionar os arquivos geográficos que serão as bases de orientação das informações, associados ao nome da camada que identificará os atributos ou entidades que estão envolvidas no processo de roteirização dentro do SIG-T.

⁹ Informática - Conjunto de regras e operações bem definidas e ordenadas, destinadas à solução de um problema, ou de uma classe de problemas, em um número finito de etapas.

Após a criação do banco de dados de ponto, necessita-se inserir as informações, já que o ponto não possui nenhum registro. Com a visualização das informações contidas no banco de dados, são vistos quatro campos na matriz, onde três destes campos (ID, Longitude, e Latitude) são criados automaticamente pelo TRANSCAD para qualquer banco de dados de ponto. Esses campos são necessários para identificar os registros e localizá-los no espaço.

Nessa etapa foram introduzidos 03 pontos de amarração para teste do georeferenciamento como descrito no capítulo 04 - preparação para coleta de dados, o banco de dados foi fornecido juntamente com o arquivo *.Shp, remetido pela STTrans.

6.2.2 Criação de um Banco de Área

O processo de criação de um novo banco de áreas é semelhante ao anterior, não importando inicialmente se está sendo trabalhado com pontos, linhas, ou áreas. Nesse caso poderiam ter sido criadas áreas se não tivesse sido fornecido pela administração municipal o arquivo com os polígonos dos bairros de João Pessoa.

A criação dessas áreas se deu pela interligação das interseções formando polígonos, ou seja, o programa entende que toda a área que esteja compreendida entre um conjunto de interseções forma um polígono que pertence a uma entidade, inserida em uma camada.

Por exemplo: Em um conjunto de quatro retas que formem um quadrado perfeito, a área interna da forma geométrica seja qual for, nesse caso o quadrado, será entendida pelo programa como um polígono, ao qual poderiam ser associadas uma série de outras informações.

6.2.3 Criação de um Banco de Linhas

A criação de um banco de linhas deve-se ao fato de se inserir no conjunto de pontos e áreas, informações sobre o sistema viário. Ou seja, o conjunto de ruas, avenidas, BR's que compõem a malha da área estudada, assim como, o ordenamento dos sentidos de circulação, informando os conjuntos de restrições e catalogando os tipos de pavimentos da composição do arruamento.

Semelhante aos procedimentos anteriores, foi inserida a camada sobre as demais anteriormente criadas, após as edições feitas nos arquivos fornecidos. Para entender como funciona a sobreposição das camadas foi inserido a Figura 21, onde cada camada representa uma série de informações geográficas que interagem diretamente umas com as outras dentro dos SIG's.

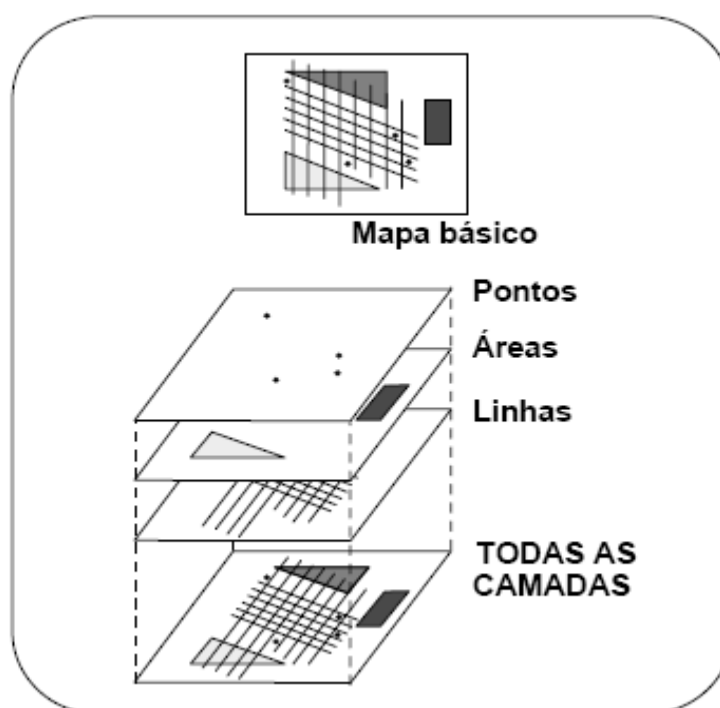


FIGURA 21 - Camadas de Informações em um SIG

As ocorrências coletadas durante o pré-teste apontaram inicialmente para a real necessidade de uso desse meio, as ocorrências apontadas no Capítulo 4 foram simuladas no modelo de roteirização, que sugeriu rotas de menor tempo e mais curtas do que aquelas adotadas pelos condutores das ambulâncias no dia do registro.

Para os procedimentos de criação da área de aplicação dos testes, foi sobreposta uma nova camada de linhas sobre a camada fornecida pela prefeitura, já que tais informações apresentavam um gama de falhas que inviabilizava em função do tempo, a reconstrução de toda a malha da cidade.

Essa nova camada denominada de “eixos viários” foi sobreposta escolhendo uma área que comportasse os tipos de vias catalogadas durante a coleta de dados. Após essa inserção foram calibrados os segmentos de retas com as restrições necessárias e com as respectivas

velocidades operacionais obtidas após o tratamento das planilhas de registros pela extração de informações do GPS.

Como o protótipo tem por objetivo priorizar o deslocamento pela menor rota de tempo possível, operando pela metodologia utilizada, o menor somatório seria aquele em que o veículo percorreria as vias com as melhores condições físicas de trafegabilidade e com a velocidade média operacional alcançada obtida no veículo com o trânsito real.

Em algumas vias que apresentavam 02 faixas de circulação, com sentido único, situação de declive e pavimento em excelentes condições, o veículo apresentou velocidade inferior a de vias com a metade das condições apresentadas. Esse fato deve-se a localização da via, que se encontrava no centro da cidade, e ao número de interseções semaforizadas pelas quais o veículo teria que passar.

Devido ao acúmulo de veículos e pela falta de espaço para priorizar a passagem do veículo de emergência, em varias situações a ambulância era enclausurada no trânsito que impossibilitava sua passagem. Logo, essa via não seria uma das mais recomendáveis, para o veículo numa situação de deslocamento durante uma emergência.

Assim, o programa analisa o menor somatório de trechos com a maior velocidade média operacional, o que vai fazer com que a rota seja dada pelo somatório do conjunto, considerando todo o contexto real e dinâmico da cidade de acordo com as velocidades médias operacionais obtidas.

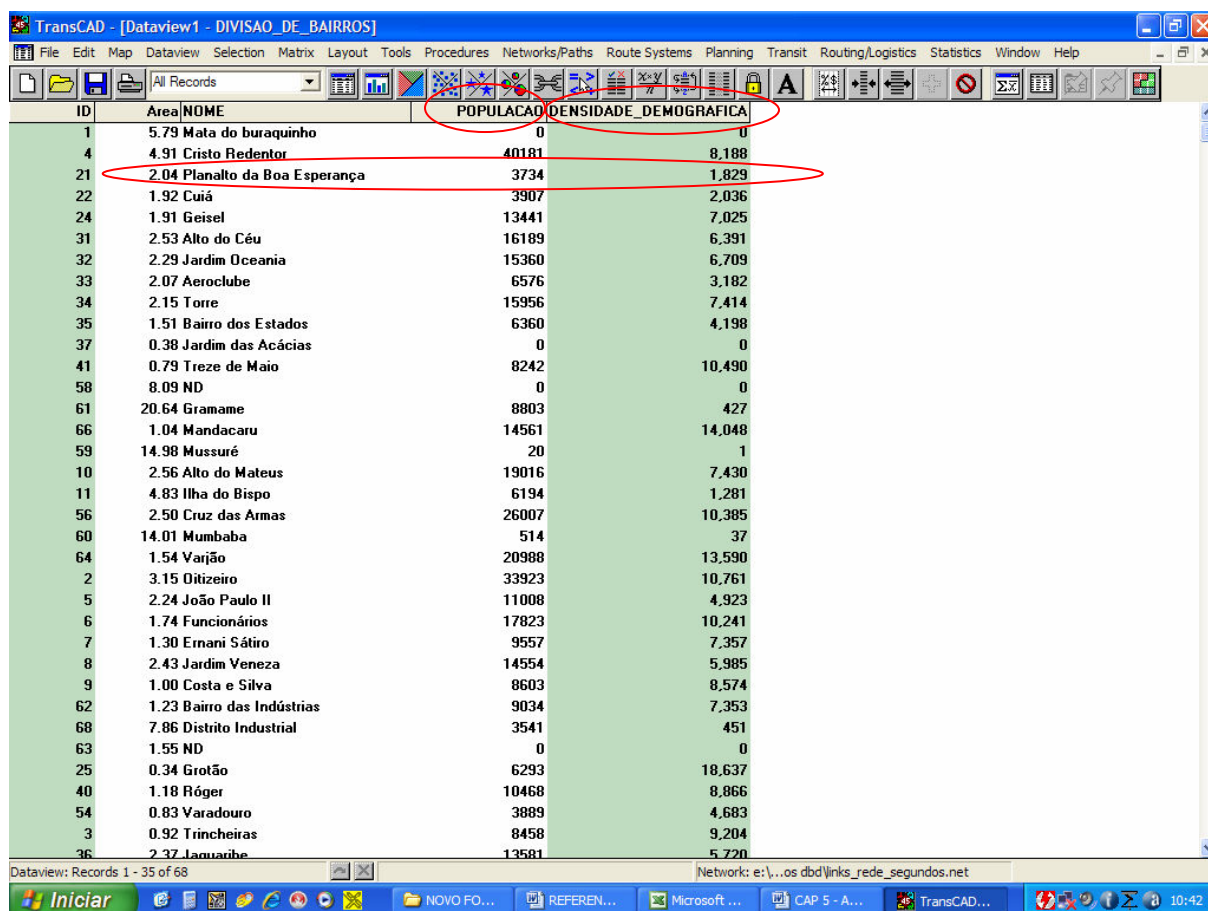
Nem sempre o caminho mais curto é a melhor rota, principalmente quando se trata de veículos de emergência, que atendem demandas distintas em pontos quaisquer e aleatórios. Daí provém as maiorias das incógnitas que em muito dificultam a criação de um sistema capaz de atender a todas as necessidades possíveis de um sistema de roteirização.

6.2.4 Inserção das Velocidades Médias Operacionais no Banco de Dados

As informações obtidas nas operações anteriores foram armazenadas no banco de dados com as características geográficas de um mapa. Nesta etapa foram etiquetados os campos referentes às velocidades desejadas criando uma coluna com a qual seria capaz manipular o processo de escolha da rota a partir das velocidades contidas nas células presentes nos bancos de dados e realizar cálculos interagindo com os campos existentes executando análises e obtendo novas informações deles.

Quando as janelas estão ativadas, os registros são vistos através de campos onde cada fila é um registro no banco de dados e cada coluna é um campo que contém informação sobre os mesmos (Figura 22).

O banco de dados de velocidades tem diferentes números de registros, de acordo com a velocidade média operacional obtida em cada tipo de via. Os campos desse banco são específicos para cada tipo de dado, embora às vezes eles possam ser semelhantes, como no caso dos campos de velocidades, e comprimento de trecho das vias.



ID	Area	NOME	POPULACAO	DENSIDADE_DEMOGRAFICA
1	5.79	Mata do burquinho	0	0
4	4.91	Cristo Redentor	40181	8,188
21	2.04	Planalto da Boa Esperança	3734	1,829
22	1.92	Cuiã	3907	2,036
24	1.91	Geisel	13441	7,025
31	2.53	Alto do Céu	16189	6,391
32	2.29	Jardim Oceania	15360	6,709
33	2.07	Aeroclube	6576	3,182
34	2.15	Torre	15956	7,414
35	1.51	Bairro dos Estados	6360	4,198
37	0.38	Jardim das Acácias	0	0
41	0.79	Treze de Maio	8242	10,490
58	8.09	ND	0	0
61	20.64	Gramame	8803	427
66	1.04	Mandacaru	14561	14,048
59	14.98	Mussurê	20	1
10	2.56	Alto do Mateus	19016	7,430
11	4.83	Ilha do Bispo	6194	1,281
56	2.50	Cruz das Armas	26007	10,385
60	14.01	Mumbaba	514	37
64	1.54	Varão	20988	13,590
2	3.15	Oitizeiro	33923	10,761
5	2.24	João Paulo II	11008	4,923
6	1.74	Funcionários	17823	10,241
7	1.30	Ernani Sátiro	9557	7,357
8	2.43	Jardim Veneza	14554	5,985
9	1.00	Costa e Silva	8603	8,574
62	1.23	Bairro das Indústrias	9034	7,353
68	7.86	Distrito Industrial	3541	451
63	1.55	ND	0	0
25	0.34	Grotão	6293	18,637
40	1.18	Róger	10468	8,866
54	0.83	Varadouro	3889	4,683
3	0.92	Trincheiras	8458	9,204
36	2.32	Jaquaribe	13581	5,720

FIGURA 22 - Registros no banco de dados de linhas e colunas

Algumas colunas são automaticamente protegidas pelo programa como é o caso do ID, o qual tem que estar presente em qualquer banco de dados. Alguns outros campos são criados automaticamente pelo software (longitude e latitude, bancos de dados de ponto, *length* e *dir* para a camada de linha do banco de dados de linha, e área para bancos de dados de área).

Estes campos criados são armazenados como partes dos arquivos geográficos. Porém necessita-se armazenar mais informações à medida que vai se expandindo no sistema, onde

Partindo desse raciocínio, foram criadas fórmulas para que o programa buscasse a melhor rota pelo somatório dos menores intervalos de segundos por combinação de vetores. Nesse procedimento, a rota é automaticamente otimizada porque o total do menor tempo possível vai definir a rota da ambulância pelo melhor tipo de via, que apresente a melhor velocidade operacional.

Ou seja, a escolha da rota vai sempre estar atrelada às melhores condições de trafegabilidade e operacionalidade, obtidas através da velocidade média operacional, a qual para ser encontrada considerou todos os fatores reais de atrito e trânsito nas vias em que os dados foram coletados.

As fórmulas implantadas no banco de dados da “rede_viária”, na linguagem de operação do TRANSCAD, foram as que se apresentam abaixo e em seguida é apresentada a janela de inserção das fórmulas de interação com o banco de dados (Figura 24).

- I. TEMPO_HORAS: $Length / VELOCIDADE$
- II. TEMPO_MINUTOS: $TEMPO_HORAS * 60$
- III. TEMPO_SEGUNDOS: $Round((TEMPO_MINUTOS * 60), 0)$
- IV. FRACAO_MIN: $TEMPO_MINUTOS - floor(TEMPO_MINUTOS)$
- V. NUM_MINUTOS: $TEMPO_MINUTOS - FRACAO_MIN$
- VI. TEMPO_FINAL: $NUM_MINUTOS + ((FRACAO_MIN * 60) / 100)$



FIGURA 24 - Janela de interação com as formulas no Banco de Dados REDE_VIARIA

O tempo total de operação (Tto) em segundos do veículo de emergência, vai ser encontrado pela sentença matemática que obedecerá a simples formula do somatório de todas as variações de distância de comprimento de link 10 (Dcl), dividido pelo somatório total de todas as variações de velocidades operacionais por tipo de via (Vop), multiplicados pela constante de tempo (Ct = 3.600), equivalente a 60 minutos (01 hora) vezes 60 segundos (01 min).

$$Tto = [(\sum \Delta Dcl \div \sum \Delta Vop) \times Ct]$$

Onde:

$$\sum \Delta Dcl = [L_1 + L_2 + \dots + L_n]$$

$$\sum \Delta Vop = [Vop_1 + Vop_2 + \dots + Vop_n]$$

Por fim, observou-se que o padrão de saída dos dados no TRANSCAD não foi o desejado do ponto de vista de apresentação didática como, por exemplo, oferecer o tempo final no formato hora. Atualmente só é possível visualizar essa informação no padrão número real.

Assim 01 minuto e 20 segundos é apresentado como 80 segundos, a transformação do formato número real para o formato hora só é aceitável no banco de dados através das fórmulas previamente apresentadas, e sua visualização é dada apenas por linha de dados no banco (Figura 25).

¹⁰ Conjunto de n quantidades de vetores que dependem de um sistema de coordenadas n -dimensionais e que se transforma segundo leis bem determinadas quando se muda o sistema.

para cada nova informação é gerada uma nova linha que apresenta espaços a serem preenchidos de acordo com os novos dados obtidos, o que também é possível.

Os campos adicionais podem ser projetados conforme as necessidades, mas eles são armazenados em tipos específicos de arquivos diferentes dos arquivos geográficos, como é o caso dos arquivos com a extensão *.dbf, que são os arquivos de banco de dados de linha e colunas (Figura 23).

		Km ↓		Km/h ↓		Minutos (m') e Segundos (s'') ↓
	ID	DISTÂNCIA	Dir NOME_DA_VIA	VELOCIDADE	TEMPO_SEGUNDOS	TEMPO_FINAL
	68	0.06	1 COLETORA HU	42.22	4.7	0.05
	71	0.03	1 AV. CID. UNIVERSITARIA	42.22	2.8	0.03
	72	0.03	1 RETORNO	21.34	5.9	0.06
	73	0.02	1 RETORNO	21.34	2.9	0.03
	74	0.85	1 AV. SERGIO GUERRA	42.22	72.1	1.12
	75	0.03	1 RETORNO	21.34	4.5	0.04
	76	0.02	1 AV. SERGIO GUERRA	42.22	1.3	0.01
	78	0.03	1 RETORNO	21.34	4.2	0.04
	88	0.04	1 ROTATORIA AGUA FRIA	42.22	3.2	0.03
	80	0.28	1 BR-230	81.14	12.3	0.12
	91	0.02	1 ROTATORIA AGUA FRIA	42.22	1.3	0.01
	86	0.36	1 AV. HILTON SOUTO MAIO	42.22	30.8	0.31
	182	0.87	1 AV. HILTON SOUTO MAIO	42.22	73.8	1.14
	137	0.44	1 BR-230	81.14	19.5	0.20
	93	0.08	1 RETORNO SONRIZAL	42.22	6.9	0.07
	144	0.06	1 COLETORA	33.99	6.8	0.07
	95	0.19	1 AV. RANIERE MAZILE	42.22	16.3	0.16
	96	0.02	1 ROTATORIA AGUA FRIA	42.22	1.6	0.02
	97	0.04	1 RETORNO SONRIZAL	42.22	3.4	0.03
	98	0.08	1 RETORNO SONRIZAL	42.22	6.5	0.07
	110	0.32	1 BR-230	81.14	14.2	0.14
	101	0.17	1 AV. RANIERE MAZILE	42.22	14.4	0.14
	102	0.03	1 RETORNO SONRIZAL	42.22	2.6	0.03
	105	0.25	1 BR-230	81.14	11.0	0.11
	106	0.10	1 COLETORA BR-230	42.22	8.7	0.09
	107	0.28	1 BR-230	81.14	12.3	0.12
	109	0.15	1 COLETORA BR-230	42.22	12.8	0.13
	111	0.09	1 COLETORA BR-230	42.22	7.3	0.07
	113	0.10	1 COLETORA BR-230	42.22	8.6	0.09
	114	0.01	1 ROTATORIA AGUA FRIA	42.22	1.2	0.01

FIGURA 23 - Banco de Dados com as Velocidades Médias Operacionais

Inicialmente foi necessário durante os seis primeiros meses de 2007, observar o funcionamento da ferramenta *Network* no TRANSCAD, a fim de entender o mecanismo de agrupamento do banco de dados de linha que iria fornecer a melhor rota.

Como o agrupamento dos segmentos resulta do somatório dos menores intervalos numéricos do comprimento dos vetores, a rota é escolhida pelo resultado da soma de todas as combinações vetoriais possíveis que apresentarem um valor total menor que o de todas as outras combinações, até atingir o destino desejado.

	ID	DISTÂNCIA	Dir	NOME_DA_VIA	VELOCIDADE	TEMPO_SEGUNDOS	TEMPO_FINAL
	2	0.04	0	RUA OTACILIA P. ALMEID	16.62	8.3	0.08
	28	0.02	0	RUA PROJETADA 54	16.62	3.4	0.03
	1	0.09	0	RUA AGOSTINHO F. NETC	16.62	20.0	0.20
	4	0.07	0	RUA OTACILIA P. ALMEID	16.62	14.9	0.15
	5	0.26	0	RUA AGOSTINHO F. NETC	16.62	55.6	0.56
	6	0.23	0	RUA JOSUEL C DE FARIA	16.62	49.4	0.49
	26	0.01	0	RUA JOSUEL C DE FARIA	16.62	1.5	0.02
	27	0.14	0	RUA PROJETADA S/N	16.62	30.5	0.31
	9	0.17	0	RUA AGOSTINHO F. NETC	16.62	35.8	0.36
	10	0.03	0	TRAVESSA	16.62	6.5	0.07
	11	0.05	0	RUA OTACILIA P. ALMEID	17.44	10.4	0.10
	12	0.05	0	RUA AGOSTINHO F. NETC	17.44	10.7	0.11
	13	0.13	0	RUA JORDAO ALVES	16.62	28.5	0.28
	14	0.06	0	RUA OTACILIA P. ALMEID	17.44	11.6	0.12
	15	0.05	0	RUA AGOSTINHO F. NETC	17.44	10.9	0.11
	16	0.15	0	RUA PROJETADA 56	16.62	31.8	0.32
	17	0.05	0	RUA OTACILIA P. ALMEID	17.44	10.3	0.10
	18	0.05	0	RUA AGOSTINHO F. NETC	17.44	11.0	0.11
	19	0.16	0	RUA PROJETADA 55	17.44	33.5	0.33
	228	0.50	-1	AV. SERGIO GUERRA	42.22	43.0	0.43
	21	0.06	0	RUA AGOSTINHO F. NETC	17.44	12.7	0.13
	226	0.23	0	RUA OTACILIA P. ALMEID	17.44	47.0	0.47
	23	0.04	0	AV. ABELARDO T. DA FOI	42.22	3.5	0.04
	24	0.13	0	AV. ABELARDO T. DA FOI	42.22	11.2	0.11
	38	0.01	1	ROTATORIA AGUA FRIA	17.44	2.8	0.03
	29	0.09	0	RUA PROJETADA S/N	17.44	18.3	0.18
	39	0.13	1	AV. HILTON SOUTO MAIO	42.22	11.3	0.11
	31	0.76	0	RUA DIOGENES CHIANCA	33.99	80.4	1.20
	41	0.02	1	GIRADOR MANGABEIRA	42.22	1.8	0.02
	43	0.05	1	GIRADOR MANGABEIRA	42.22	4.2	0.04
	40	0.01	1	GIRADOR MANGABEIRA	42.22	0.5	0.01
	37	0.00	0	AV. HILTON SOUTO MAIO	42.22	0.3	0.00
	42	0.40	1	AV. HILTON SOUTO MAIO	42.22	34.4	0.34
	44	0.03	1	GIRADOR MANGABEIRA	42.22	2.2	0.02
	45	0.03	1	GIRADOR MANGABEIRA	42.22	2.9	0.03
	46	0.93	1	AV. SERGIO GUERRA	42.22	79.3	1.19
	52	0.01	1	AV. SERGIO GUERRA	42.22	1.2	0.01
	47	0.19	1	AV. CASTELO BRANCO	42.22	15.8	0.16
	53	0.02	-1	AV. SERGIO GUERRA	42.22	1.6	0.02
	50	0.01	1	GIRADOR MANGABEIRA	42.22	0.9	0.01
	51	0.92	-1	AV. SERGIO GUERRA	42.22	78.8	1.19
	54	0.02	1	RETORNO	21.34	3.5	0.04
	55	0.27	-1	AV. SERGIO GUERRA	42.22	23.0	0.23
	56	0.78	1	AV. SERGIO GUERRA	42.22	66.7	1.07
	57	0.02	1	RETORNO	21.34	3.7	0.04
	58	0.02	1	AV. CID. UNIVERSITARIA	42.22	2.1	0.02
	59	0.85	1	AV. SERGIO GUERRA	42.22	72.8	1.13

FIGURA 25 - Banco de Dados REDE_VIARIA com conversões do tempo

Na tela de interação com mapa no SIG, o total é apresentado pelo somatório total do número de segundos, e a alteração do formato não é possível porque teria que ser

reprogramado o código de saída, cujo domínio é privativo do fabricante do programa (Figura 26).

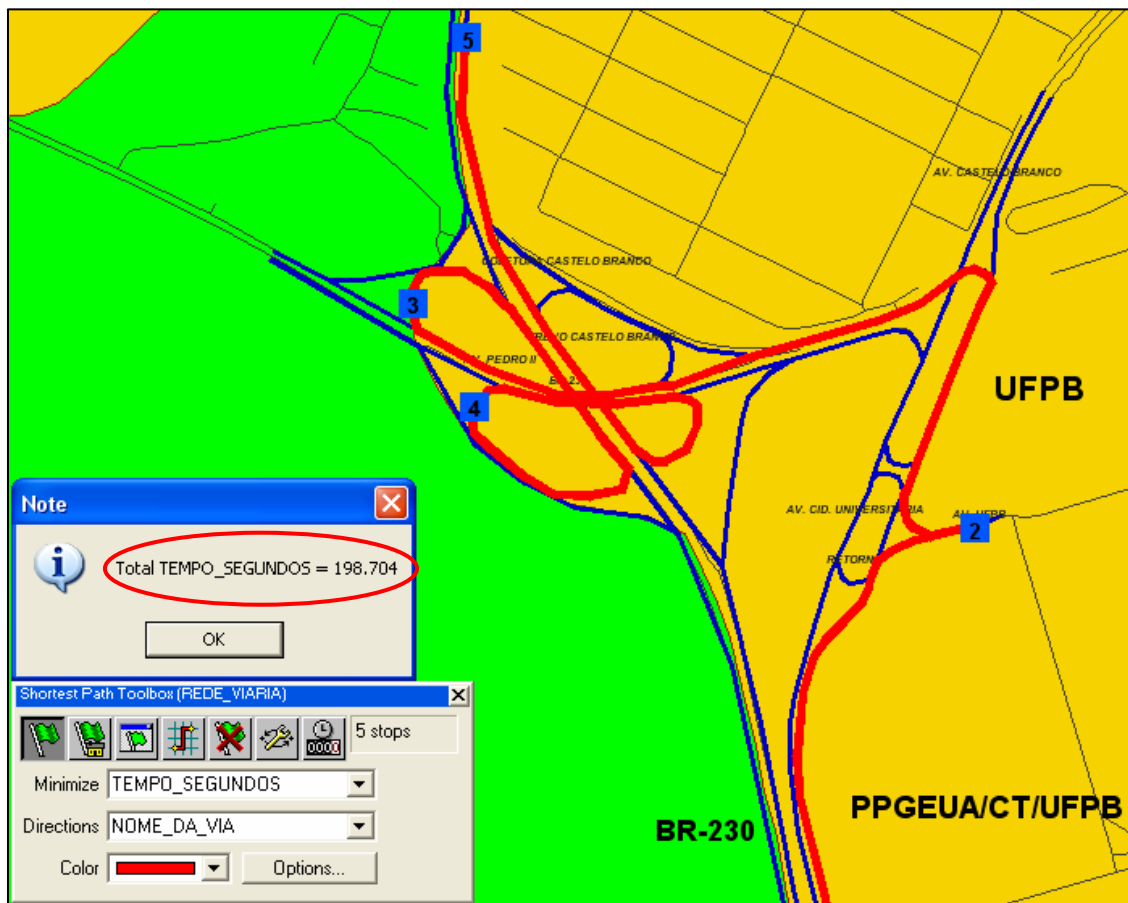


FIGURA 26 - Total do tempo (número real de segundos)

6.3 COMENTÁRIOS

Frente à apresentação da análise dos dados, pôde-se averiguar a realização de uma série de procedimentos necessários para a construção da ferramenta de roteirização, conforme o proposto no início da pesquisa.

Os procedimentos relativos à criação do banco de dados foram meticulosamente escolhidos e executados em função das ferramentas disponíveis no SIG-T. Os processos de criação de bancos de área, pontos e linhas, foram realizados de forma a contemplar e corrigir vícios de digitalização presentes nos arquivos fornecidos pela PMJP.

Dentre esses problemas, o que mais dificultou esta atividade foi o fato do sistema viário no *layer* fornecido, ter sido formado pelo alinhamento da testada dos lotes, ou seja, por uma camada de polígonos e não por uma camada de linhas, o que sem sombra de dúvida facilitaria o reconhecimento dessa última camada, como vetores de ligação pelo SIG-T.

Diante deste problema, um novo *layer* foi inserido com o arruamento base do ano de 2003. Isto levou a detecção de algumas falhas referentes à falta de atualização da base do sistema viário, em virtude de intervenções como: duplicação de vias, instalação de rotatórias, etc., terem sido implantadas no sistema viário.

Com a correção desses problemas na área piloto, a inserção das velocidades médias operacionais obtidas com o tratamento das planilhas apresentadas no capítulo 5, deu-se de forma seqüencial e coordenada, pois foram feitas as compilações de acordo com cada grupo de vias, conforme classificação mencionada no capítulo anterior.

Um dos problemas relativos a escolha da melhor rota de acordo com dados informados ao banco de dados, refere-se ao cálculo feito pelo SIG-T usado, que executava a operação pela análise do comprimento dos segmentos de retas. Para otimizar o tempo, foi realizada a conversão de unidades de distância em unidades de tempo em função da velocidade média operacional, que em sua composição utiliza todos os elementos de atrito presentes no sistema.

Assim, foi feito com que o SIG-T calculasse a rota pelo somatório do menor intervalo de tempo em função da velocidade operacional, que automaticamente escolheria a rota em função das vias com melhores médias de velocidade operacional,.

Após todos esses procedimentos, foram simuladas rotas dentro da área piloto, considerando os aspectos outrora levantados, dando base para sua exploração no Capítulo 7, Discussão dos resultados.

CAPÍTULO 7**DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

7.1 INTRODUÇÃO

A discussão dos resultados da pesquisa refere-se à construção de uma ferramenta de baixo custo, para auxiliar os motoristas dos veículos do SAMU na escolha da rota que ofereça o menor tempo de deslocamento no atendimento a ocorrências de natureza emergencial na cidade de João Pessoa/Pb.

Os dados levantados nas etapas anteriores foram tratados matematicamente e apresentados em forma de gráficos e tabelas, possibilitando uma análise mais eficaz através da comparação com os mapas de rotas apresentados neste capítulo, oriundos dos registros de ocorrências, que compuseram o conjunto amostral de rotas em 2007.

Basicamente a apresentação e a discussão dos resultados fundamentam-se em três eixos principais: a identificação do problema, o comportamento da velocidade média operacional e o funcionamento do protótipo de roteirização, como seguem abaixo.

7.2 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

As rígidas condições de trabalho no serviço de urgência, tornam o deslocamento dos veículos e a escolha da rota elementos decisivos na prestação do socorro às vítimas desses acontecimentos.

Sob tais condições, atuam os profissionais que conduzem os veículos, onde em muitos casos o destino de atendimento é balizado por um conjunto de informações restritas a: o nome da rua, o número da casa e o bairro de destino.

De forma direta, o fornecimento das informações prévias transmitem ao condutor toda a responsabilidade pelo traçado e execução da rota, como na maioria dos casos e em nível local, os condutores se dividem entre jornadas de trabalho longas e multi-institucionais e o desgaste mental e físico do corpo, interferem diretamente nas condições de trabalho e na execução de suas atividades.

Além desses fatores, é imperativo que o mesmo tenha o conhecimento da área onde se deseja chegar, ruas que dão acesso à mesma, condições do tempo e do trânsito em função do dia da semana, mês do ano, hora do dia, além dos elementos de atrito presentes no trânsito no

instante do acionamento, como: locais com engarrafamento, vias interditadas, sentidos de circulação alterados etc.

Para a assimilação de tal necessidade foram analisadas, uma a uma, as rotas que compuseram a coletânea de mapas produzidos. Nos primeiros registros, alguns dos problemas já foram de imediato identificados, problemas esses, que exigiam justamente do condutor uma tomada de decisão eficiente em um intervalo de tempo muito curto, durante o atendimento da ocorrência em situações reais.

Alem desse fator, a informação de destino equivocado é outro problema que também dificulta o trabalho do serviço de urgência. Esse problema ocorreu em alguns casos, onde se pôde exemplificar na Ocorrência 1 (Figura 27).

Durante o acionamento a central designa uma ambulância a sair da sede do Serviço do SAMU, com destino a um dos bairros da capital, transmite o endereço, e utiliza como forma alternativa de referência um templo religioso presente na localidade, informando não o nome do templo, e sim a doutrina a qual pertencia. De imediato, o motorista traça mentalmente a rota e, para a surpresa da equipe da ambulância, encontra no primeiro destino um terreno vazio.

Após nova comunicação com a central, à informação recebida era que o bairro de destino possuía 03 templos religiosos ligados à mesma doutrina, e que só seria possível localizar com exatidão o ponto de atendimento após novo contato com o acompanhante da vítima, destinando a ambulância para um dos outros dois templos.

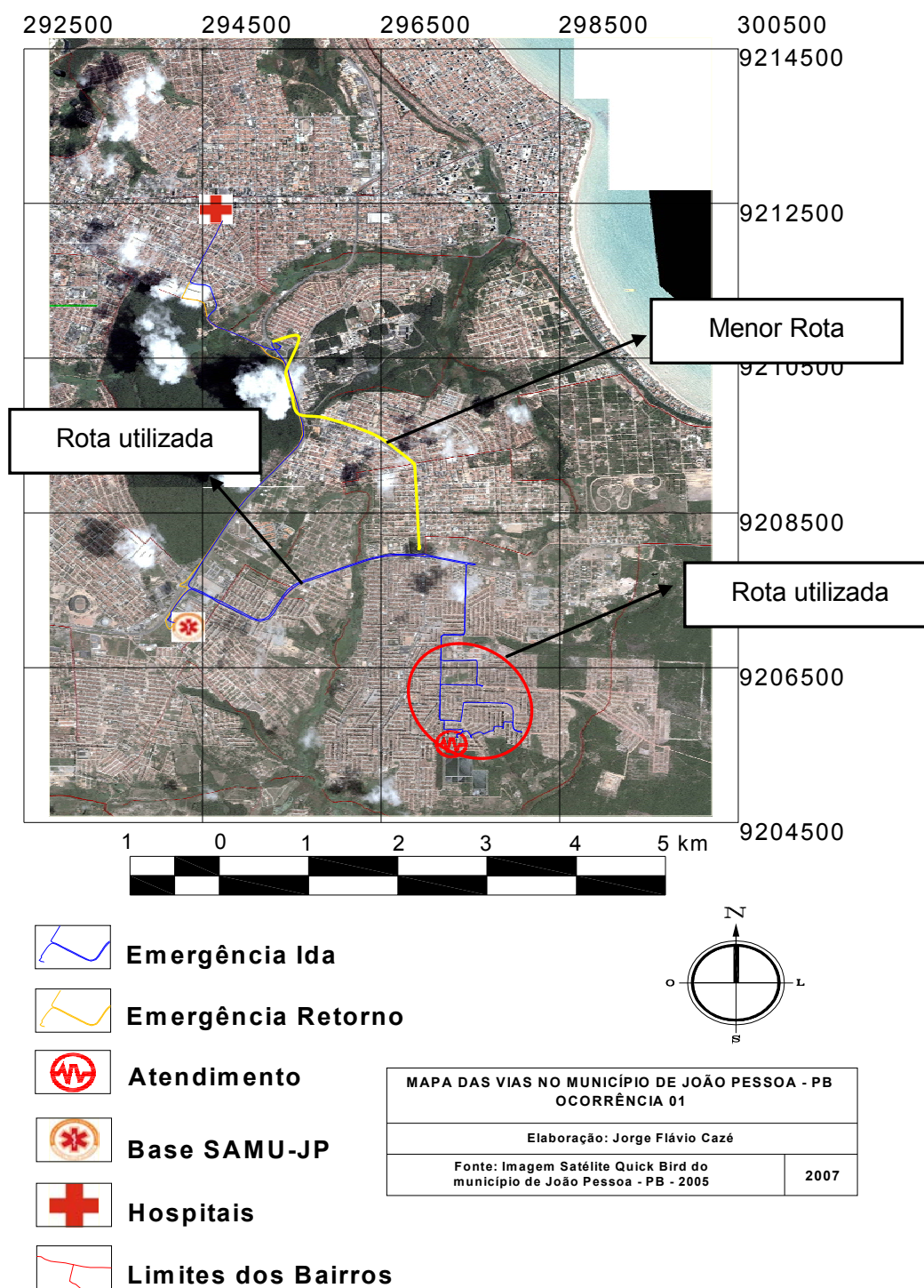


FIGURA 27 - Ocorrência 01

Isso fez que com o veículo transitasse dentro da localidade por rotas que não seriam as ideais para otimizar o atendimento, tendo em vista que a vítima possuía idade avançada e havia sofrido um enfarte, segundo a regulação médica da central.

Após a perda de minutos preciosos, o local do atendimento foi encontrado pela ambulância antes do novo contato estabelecido pela central, e para nova surpresa durante os registros, após coletar a vítima, a rota escolhida pelo motorista até chegar ao hospital de destino, frente a essa situação de *stress*, foi justamente a rota mais longa, com a vítima embarcada, como demonstra o mapa abaixo:

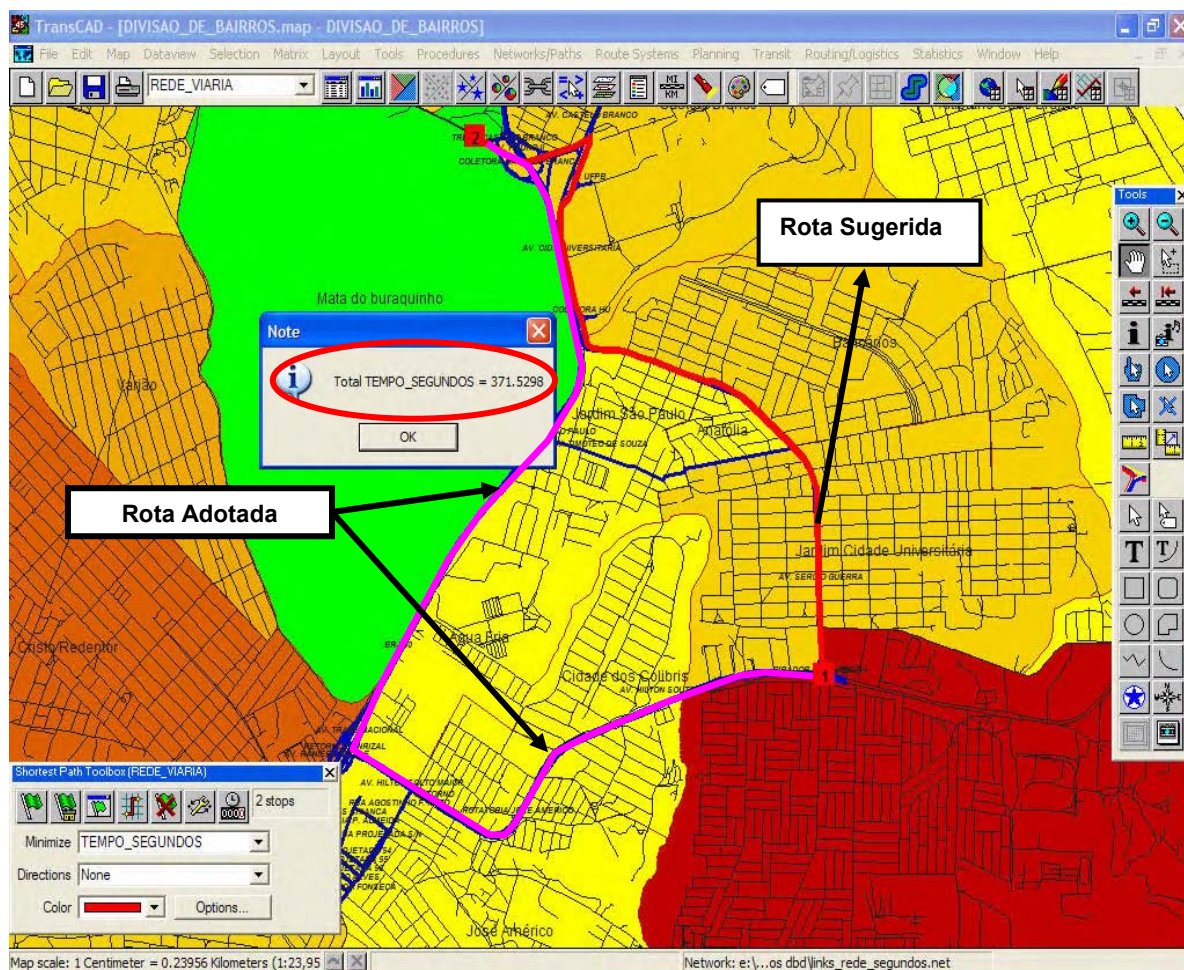


FIGURA 28 - Rota sugerida para uma ocorrência real

Registrada essa ocorrência, foram escolhidos dois pontos na mesma base e na mesma rota no protótipo de roteirização, simulando a ambulância percorrendo todos os caminhos possíveis, em seguida escolhido o mais adequado, onde foram comparados os tempos. O resultado obtido foi o seguinte:

O protótipo sugeriu uma rota na qual seriam gastos 371 segundos, ou seja, 06 minutos e 11 segundos. A rota percorrida apresentou um total 487 segundos, ou então, 08 minutos e 07 segundos, ambas entre os mesmos pontos escolhidos. Totalizando somente na realização

dessa escolha na abrangência da área piloto de testes, foi registrada uma diferença de 01 (um) minuto e 58 (cinquenta e oito) segundos de perda de eficiência de deslocamento (Figura 28).

Essa perda pode não parecer muito, mas se for levado em consideração que esse serviço trabalha com o conceito da *Golden Hour*, as chances de sobrevivência da vítima são significativamente reduzidas, potencializadas as chances de surgimento de seqüelas graves.

Após observar esse tipo de comportamento no deslocamento do veículo de emergência, é necessário esclarecer que o condutor não pode ser tratado como o vilão da história, trata-se de mais uma das vítimas da indisponibilidade de ferramentas quão possam auxiliá-lo no serviço de emergência, já que esse tipo de veículo desloca-se em alta velocidade, dentro da proporcionalidade de seu porte, e que ainda é necessário conduzi-lo com segurança e perícia, a fim de preservar os demais usuários das vias.

Em outra emergência, denominada Ocorrência 2 (Figura 29), o endereço informado pela acompanhante da vítima, apresentava erro e inexatidão de informação, e o operador da central de chamadas realizou confusão de direção e sentido ao informar ao condutor manobras no sentido a direita quando deveriam ser para o sentido esquerdo no cruzamento da Av. Ministro José Américo de Almeida com a Av. Maximiliano Figueiredo (Figura 30).

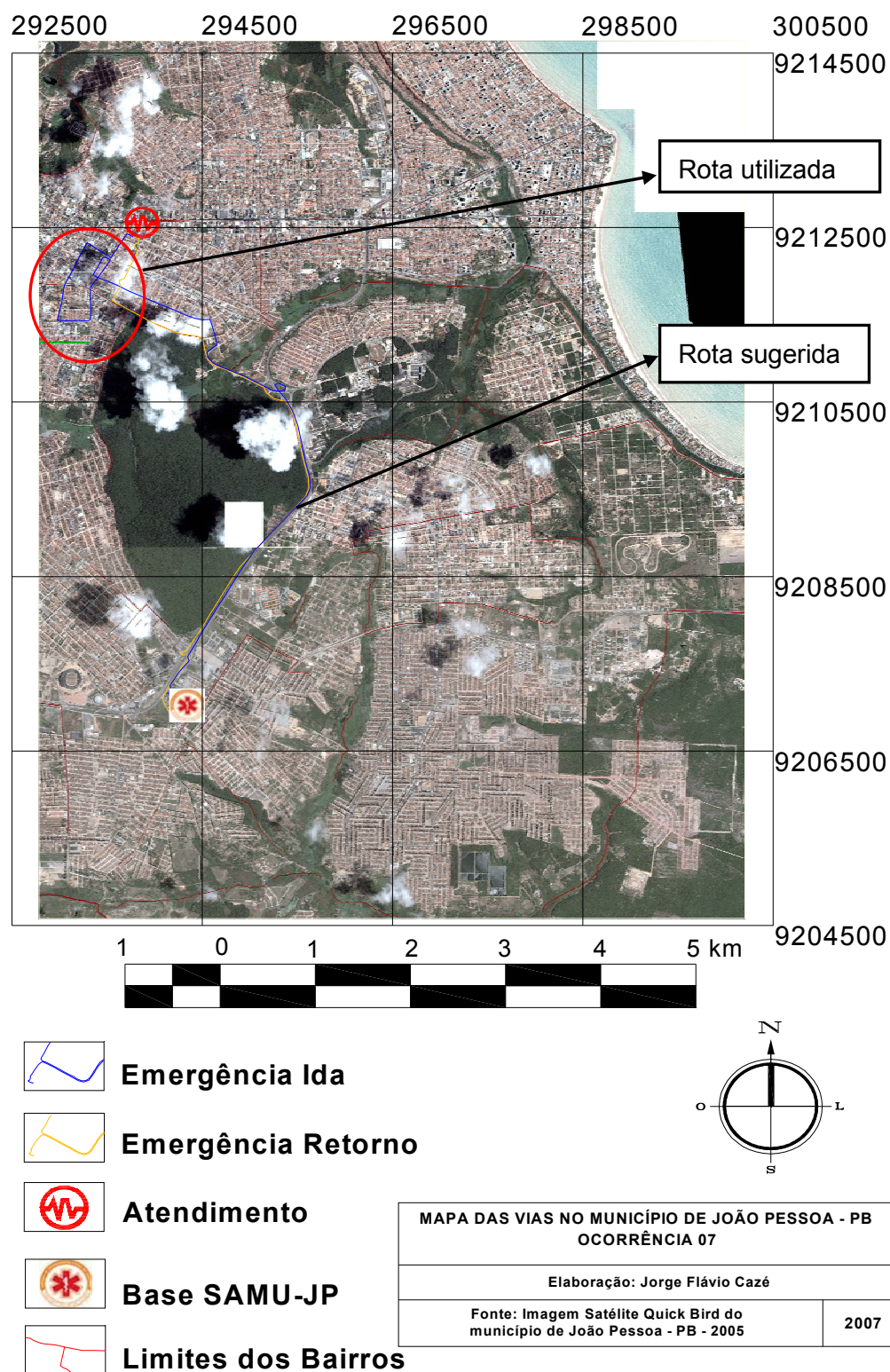


FIGURA 29 - Ocorrência 02

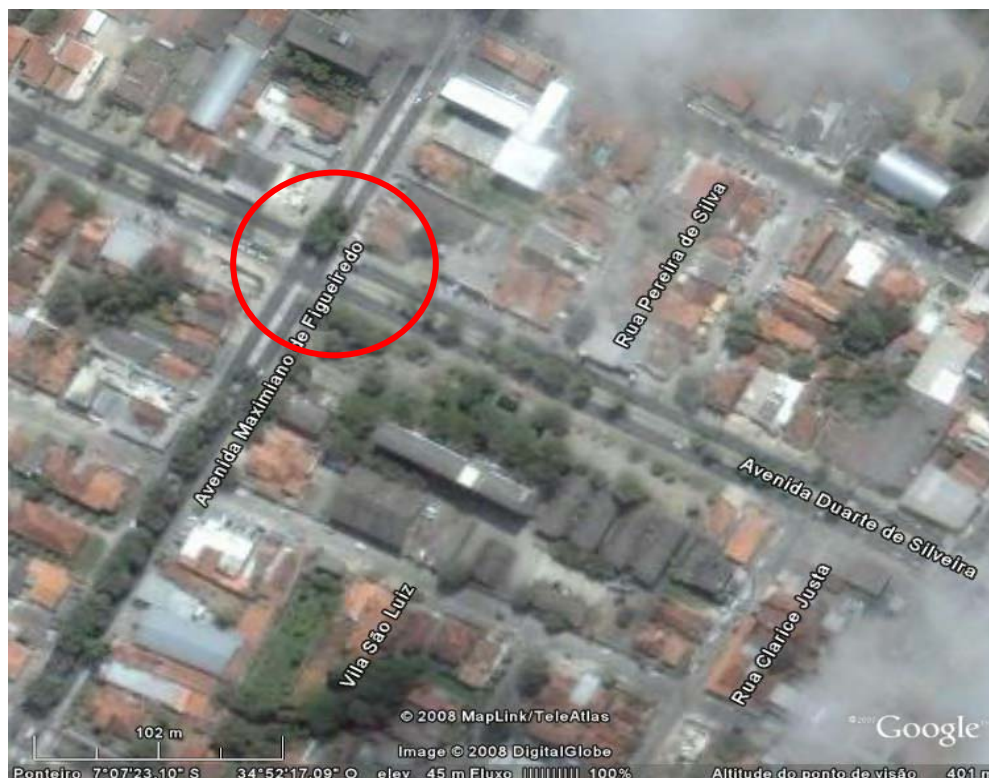


FIGURA 30 - Cruzamento da Av. Max. Figueiredo com a Av. Duarte da Silveira

O que fez com que a ambulância transitasse em círculos, entre dois dos principais eixos viários da cidade (Av. Pedro II e Av. Ministro José Américo de Almeida), procurando o local de atendimento, para socorrer uma vítima de coma alcoólico portador de diabetes. Nessas situações, o *stress* emocional do motorista e da equipe médica é levado ao extremo, pois a perda de segundos ou minutos podem significar a diferença entre viver ou morrer.

Percebeu-se que em muitos dos casos o endereço é peça fundamental na localização do destino, e que a cultura de cada localidade interfere diretamente no auxílio à localização do ponto de atendimento.

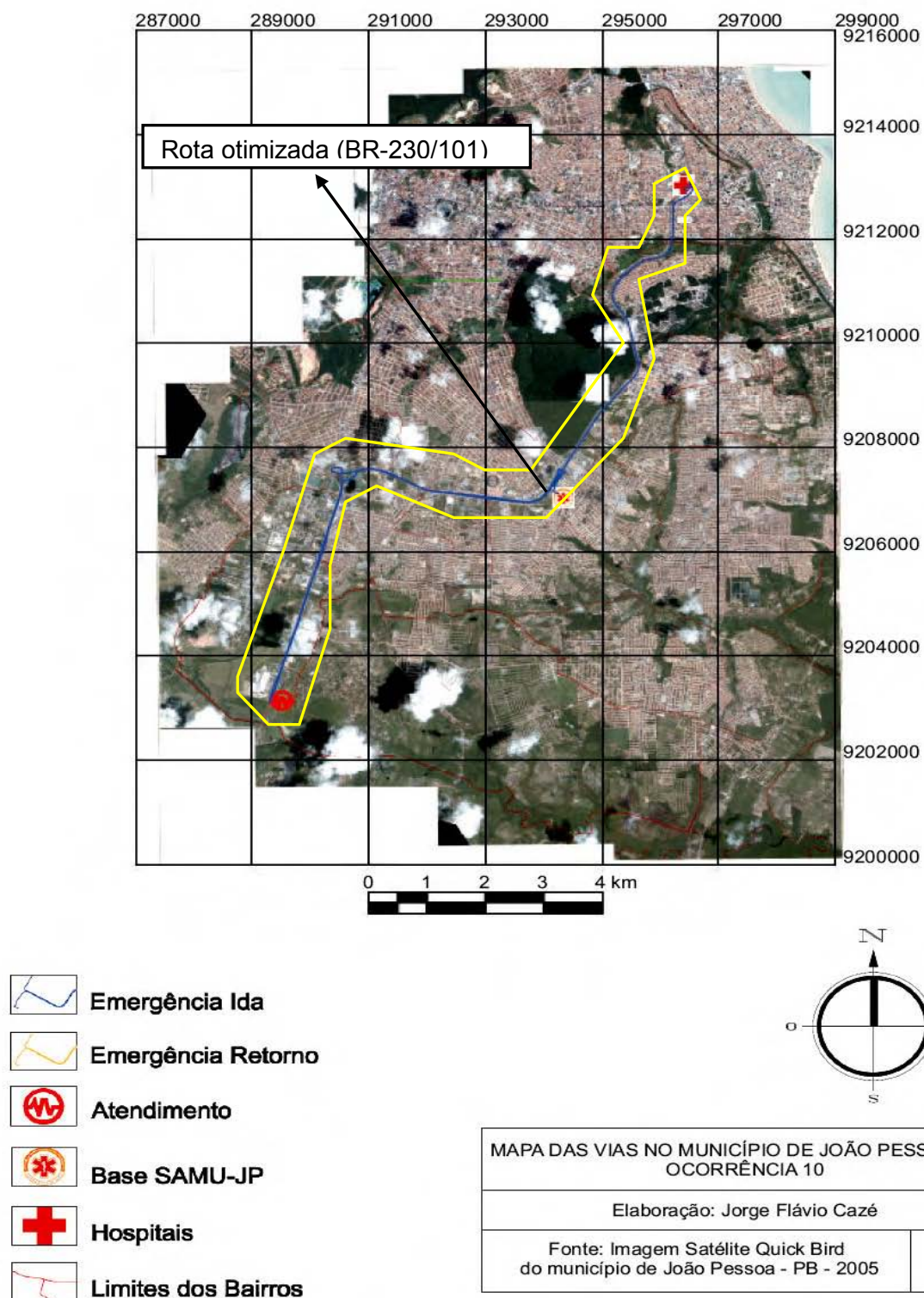
Algumas comunidades desenvolvem formas próprias de cadastramento e localização dentro de seus espaços, onde muitas vezes a única informação de conhecimento de localização transmitida por quem aciona o serviço, é a atribuição do nome utilizado no senso-comum ou no dia-a-dia em seu espaço, como é o caso do bairro Monsenhor Magno, conhecido popularmente como “Muçum Mago”.

Essas situações tornam-se mais complicadas à medida que o serviço tem que atender comunidades que ocuparam áreas urbanas ocupadas de forma espontânea e sem regulamentação, alguma pelas esferas administrativas.

Assim, um sistema de informações geográficas como ferramentas de roteirização, que possa catalogar além dos endereços oficialmente reconhecidos pelos cadastros imobiliários, às instruções alternativas de localização. Por exemplo; pontos de referências como, templos religiosos, supermercados, farmácias, bares, etc., podem auxiliar no traçado de rotas mais eficientes através de procedimentos computacionais.

Além da alimentação por informações culturais, o uso do SIG pode permitir a identificação do endereço de onde a chamada está sendo realizada, e também pode utilizar imagens de satélites que permitem visualizar e checar informações dos locais, através de questionamentos dos dados de referência, evitando acionamentos de má-fé (trotes).

Durante um terceiro exemplo, aqui denominada de Ocorrência 3 (Figura 31), a rota apresentou otimização por imposição do sistema viário e localização dos destinos.



As ocorrências que menos apresentaram distorções no traçado das rotas foram aquelas que tiveram que seguir obrigatoriamente os eixos viários atrelados às BR's em mais de 70% do percurso, o que não aconteceu com as ocorrências intra-bairros, como evidenciam os dois exemplos anteriores, entre os dez registrados.

Essas ocorrências obrigam ao deslocamento por “eixos fixos”, e tendem a apresentar otimização de velocidade, tempo e rota. A otimização da velocidade acontece em virtude do tipo de pavimento, de sua configuração de traçado, da velocidade de outros usuários da via, da restrição de interseções em sua extensão e devido à disponibilidade de faixas de tráfego para ultrapassagem dos veículos.

Há de se considerar que a velocidade de deslocamento algumas vezes é interrompida de forma abrupta, devido ao fato das rodovias apresentarem em alguns de seus quilômetros urbanos, semáforos de pedestres com acionamento manual pelo usuário da faixa, ao invés de passarelas elevadas.

A otimização nessas vias também ocorre pela menor interferência dos elementos de atrito no trânsito, pelo número reduzido de acessos e saídas ao eixo viário, quando comparado a uma via arterial intra-urbana, sendo potencializada também pela maior média de velocidade atingida pelo veículo, tendo em vista o sentido único de circulação nas faixas de tráfego que cruzam o perímetro urbano.

Entretanto, pelo fato das BR's serem projetadas para atingir médias de velocidade mais altas que nas vias intra-urbanas, o tempo é otimizado em função da velocidade média operacional obtida pelo veículo.

A rota também é mais bem traçada devido ao fato do endereçamento em uma BR obedecer rigidamente o sistema de identificação por numeração quilométrica, o que possibilita saber pelo número do quilômetro informado em que sentido da via ocorreu o acidente ou a violência.

Entretanto, as BR's apresentam um fator de risco. Uma vez interrompida a marcha de deslocamento dos demais usuários da via, acumula-se rapidamente um grande contingente de veículos, em função do grau de atratividade oferecido por este tipo de via.

Apenas um acidente, pode interromper o trânsito por quilômetros e enclausurar um veículo de emergência até que os demais dêem passagem. Isso retiraria do deslocamento do veículo de emergência a rapidez e a capacidade de mobilidade de que tanto necessita. Por isso o monitoramento do fluxo nessas vias se torna de grande valia e importância.

7.3 O COMPORTAMENTO DA VELOCIDADE MÉDIA OPERACIONAL

A velocidade de um veículo de emergência é uma variável de difícil padronização, principalmente quando confrontada com a dinâmica dos espaços urbanos, o crescimento acelerado do número de veículos circulando nas vias e o reordenamento dos espaços a fim de proporcionar acessibilidade e mobilidade intra-urbana.

Como já foi citado anteriormente, são abordados neste subitem os dados apresentados na planilha de velocidades médias por tipo de via. Assim o foco da análise se deu com base no resultados de todas as velocidades registradas nas ocorrências citadas no item 4.3.1 - Mapas de ocorrências (Número da ocorrência, data, trajeto).

Após a filtragem dos dados e as combinações do tipo e características das vias, foram definidos oito grupos distintos de classificação de velocidades. O primeiro grupo reuniu as velocidades que foram registradas em vias com a denominação ASF/MD/01FX (via asfaltada, com mão dupla e 01 faixa de tráfego para cada sentido). Neste tipo de via, a velocidade média operacional encontrada foi de 33.99 km/h, na área analisada em cidade de João Pessoa /Pb.

Nas de classificação ASF/MU/02FX (via asfaltada, com mão única e 02 faixas de tráfego para cada sentido), a ambulância conseguiu alcançar uma média de velocidade um pouco melhor que na primeira, tendo em vista que o fato da via possuir duas faixas de tráfego no mesmo sentido facilita a passagem do veículo de emergência que não precisa ficar retido no trânsito. Esse fator ajudou a alcançar a velocidade de 42.22km/h, nesse segmento.

Mesmo vias com a classificação ASF/MU/03FX (via asfaltada, com mão única e 03 faixas de tráfego para cada sentido), não apresentaram diferenças muito altas em relação às demais, no tocante a velocidade média operacional. Nesse tipo de via, a amplitude de valor de velocidades registrou um incremento de 2.57km/h de diferença a maior que a anterior, ou seja, uma velocidade média de 44.79km/h, isso porque nessas vias a presença de redutores eletrônicos de velocidades faz com que os demais veículos diminuam a marcha de deslocamento a fim de preservar a segurança no trânsito, ocasionando aglomeração de veículos e lentidão no trânsito.

Nas vias de classificação ASF/MU/04FX* (via asfaltada, com mão única e 02 faixas de circulação como elementos de inibição de velocidade ao centro), um dado chamou atenção, a velocidade registrada foi a mais baixa, quando comparada às vias com similaridade de características físicas e geométricas. O valor da velocidade média obtida registrou 39.12km/h

em uma situação de declive, onde se esperava que o veículo alcançasse uma velocidade maior em condições de tráfego normais.

Esse fato deve-se a três fatores importantes. O primeiro, é a localização da via, que se encontrava no centro da cidade; o segundo o número de interseções semaforizadas que a ambulância teve que transpor; e o terceiro, o horário que o veículo trafegava na via, início do horário de fim de tarde.

Fatores como esses fazem com que a velocidade operacional do veículo diminua sensivelmente, lembrando que nesse dia, as condições climáticas eram favoráveis a uma boa fluidez no trânsito. Isso leva a concluir de imediato que devido à dinâmica da cidade e ao comportamento dos demais condutores de veículos privados, traçar uma rota cruzando esse tipo de via com as características apresentadas, não é uma das melhores escolhas para diminuir o tempo de deslocamento do veículo de emergência.

Vias do tipo CTO/MD/01FX (calçamento com paralelepípedo, mão dupla e uma faixa de circulação para cada sentido), apresentaram velocidades inferiores à metade da média das vias asfaltadas, a exemplo dos registros que apresentaram para esse tipo de via o valor de 17.44km/h. Além de não ser a mais recomendável para um melhor ganho de velocidade, na maioria das vezes essas vias não apresentam o conforto necessário de deslocamento para a remoção de vítimas de acidentes e violências.

Os valores encontrados no grupo CTO/MU/01FX (calçamento com paralelepípedo, mão dupla e uma faixa de circulação para cada sentido), atingiram a casa de 21.34km/h, o que significa dizer que o sentido de circulação da via atribui ao veículo de emergência melhores ou piores condições de circulação e desempenho na obtenção da velocidade.

Optou-se trabalhar com as velocidades médias operacionais devido ao fato de ser o trânsito e a circulação fenômenos dinâmicos e por ser a proposta desta pesquisa construir uma ferramenta de baixo custo. Assim a velocidade média foi construída em situações de operação extremas, com condições climáticas desfavoráveis (dias chuvosos), deslocamento em horários de pico, ocasionando sobrecarga no sistema e tempo de operação no menor intervalo possível.

As velocidades que balizaram o abastecimento do banco de dados foram coletadas para calibrar o sistema, de forma a escolher a rota, simulando as condições máximas de operação do sistema (dia chuvoso e sistema viário operando no limite da capacidade em horário de pico). Essa referência calibragem foi escolhida porque o protótipo não dispusera de sensores instalados na cidade para auto-calibrar o roteirizador em tempo real como em outros locais no mundo.

Vias do tipo SPV/MD/01FX (sem pavimentação com piso de areia, com mão dupla e uma faixa de circulação para cada sentido), apresentaram velocidades muito próximas das velocidades encontradas nas vias do tipo CTO/MD/01FX, com valores na casa de 16.62km/h. Isso deve-se ao fato de no trânsito intra-bairro a referência de circulação ser dada pelas vias com melhores condições de circulação, e como a maioria dos bairros que apresentam pavimentação é do tipo CTO/MD/01FX, as vias sem pavimento apresentam menor número de veículos circulando por elas.

As rotas sobre as vias do tipo ASF/UM/02FX, apresentaram as melhores velocidades médias operacionais devido aos fatores apontados no início do capítulo. O tipo de pavimento a velocidade de movimentação dos outros usuários da via, o número menor de restrições e de interseções, a disponibilidade de faixas de tráfego para ultrapassagem dos veículos e da menor interferência dos elementos de atrito no trânsito, otimizam o deslocamento que atingiu em seu valor médio o índice de 81.14km/h.

Outro fator importante que determina a escolha das rotas é o endereço dos destinos hospitalares. No caso do Hospital de Traumas, localizado à margem da BR-230, as rotas são direcionadas para as BR's, otimizando assim o deslocamento pelo menor tempo possível, em função do grau de mobilidade oferecido por esse tipo de via, que se torna um atrativo para transitar por ela.

Assim a ferramenta serve de auxílio ao motorista, pois o mesmo terá a visualização através de mapa impresso da rota mais viável para aquelas condições. Nos intervalos que não apresentem essas condições, poderá adotar-se a rota sugerida como itinerário de orientação já que o protótipo regula a compensação entre o melhor caminho, a melhor velocidade e a menor distância, já que o resultado é calculado a partir do tempo gasto.

O deslocamento apresenta velocidades em grafos muito dinâmicos e a obtenção de uma rota de acordo com os parâmetros reais de um dado momento, só seria possível através da integração de sistemas de monitoramento do trânsito e com altos investimentos em tecnologia no sistema viário da cidade em questão.

7.4 O FUNCIONAMENTO DA FERRAMENTA DE ROTEIRIZAÇÃO

O funcionamento do protótipo depende diretamente das informações contidas na base cadastral, onde alguns problemas foram verificados quanto à integridade e fidelidade dos dados apresentados, a exemplo do *shape file* inicial da divisão de bairros do município, que não apresentou os registros nominais de alguns bairros e a atualização dos últimos loteamentos abertos na cidade.

No *shape file* das vias, o mesmo apresentava várias duplicidades de entidades, desconexão entre os *links*, o sistema viário era formado pela união das linhas de testada de lotes e quadras, o que inviabilizou sua utilização como camada viária. Neste caso foi reconstruída a malha viária em uma região piloto e criada uma nova rede para a execução do pré-teste.

Concluída essa fase, os testes experimentais em rotas virtuais foram executados, apresentando resultados satisfatórios do ponto de vista da escolha da melhor rota utilizando o somatório do menor intervalo de unidades de distância, considerando as condições pré-estabelecidas nos parâmetros de calibragem adotados na metodologia.

Levando em consideração as diferentes vias, sentidos de circulação, tipos de controle, tipo de pavimento e condições climáticas, foram atribuídos pesos proporcionais a estes pontos, refletidos dentro do sistema na velocidade operacional. Inicialmente deduzia-se que a aceleração, a velocidade de cruzeiro e a desaceleração do veículo obedeciam uma suposta regularidade de acordo com as características da via conforme Gráfico 18.

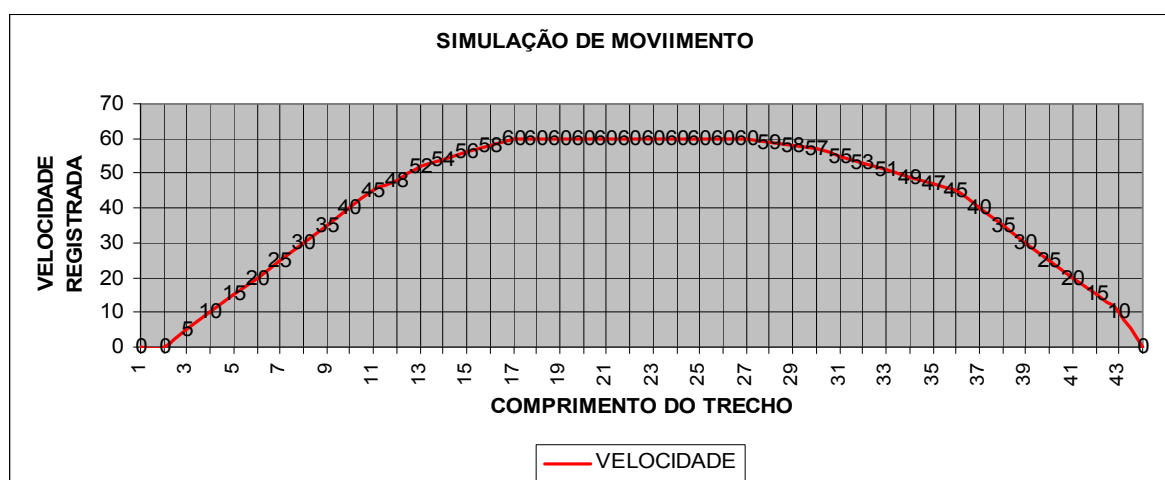


GRÁFICO 18 - Expectativa de comportamento da velocidade

Na realidade, o que foi constatado após as análises das planilhas, dos gráficos e das velocidades, juntamente com o programa, foi que as diversas entidades de atrito existentes, condicionaram o deslocamento do veículo a apresentar uma velocidade variável e não regular de acordo com cada tipo de via, como mostra o Gráfico 19 abaixo.

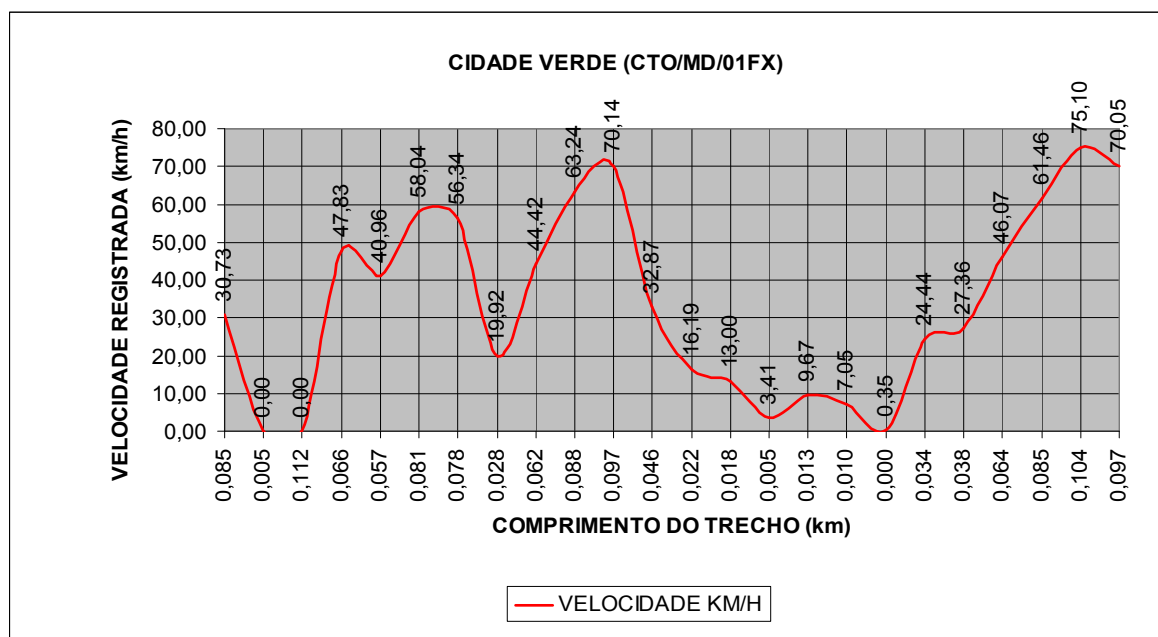


GRÁFICO 19 - Comportamento real da velocidade

Tal comportamento no deslocamento foi evidentemente influenciado, como consta nos registros feitos, pela dinâmica local, onde justamente na faixa horária de maior pico, ocorreu o socorro médico vítima de infarto.

A razão desse comportamento durante o deslocamento, é justificada pela influência da dinâmica local na variação da velocidade, que pode ser refletida no protótipo de roteirização, se as velocidades operacionais adotadas forem a de cada grafo registrado, razão esta que levou a adoção da velocidade média operacional como variável padrão para o cálculo do tempo.

Após a análise conjunta desses dados, foi feita uma nova simulação com o TRANSCAD, tomando como base pontos aleatórios e as velocidades médias operacionais obtidas na planilha de velocidades médias, e que tipo de via iria percorrer (Figura 32).

O programa sugeriu uma rota que teve como critério base o menor tempo de deslocamento entre os pontos, respeitando os sentidos de circulação de cada via, que são elementos de restrição para o protótipo de roteirização.

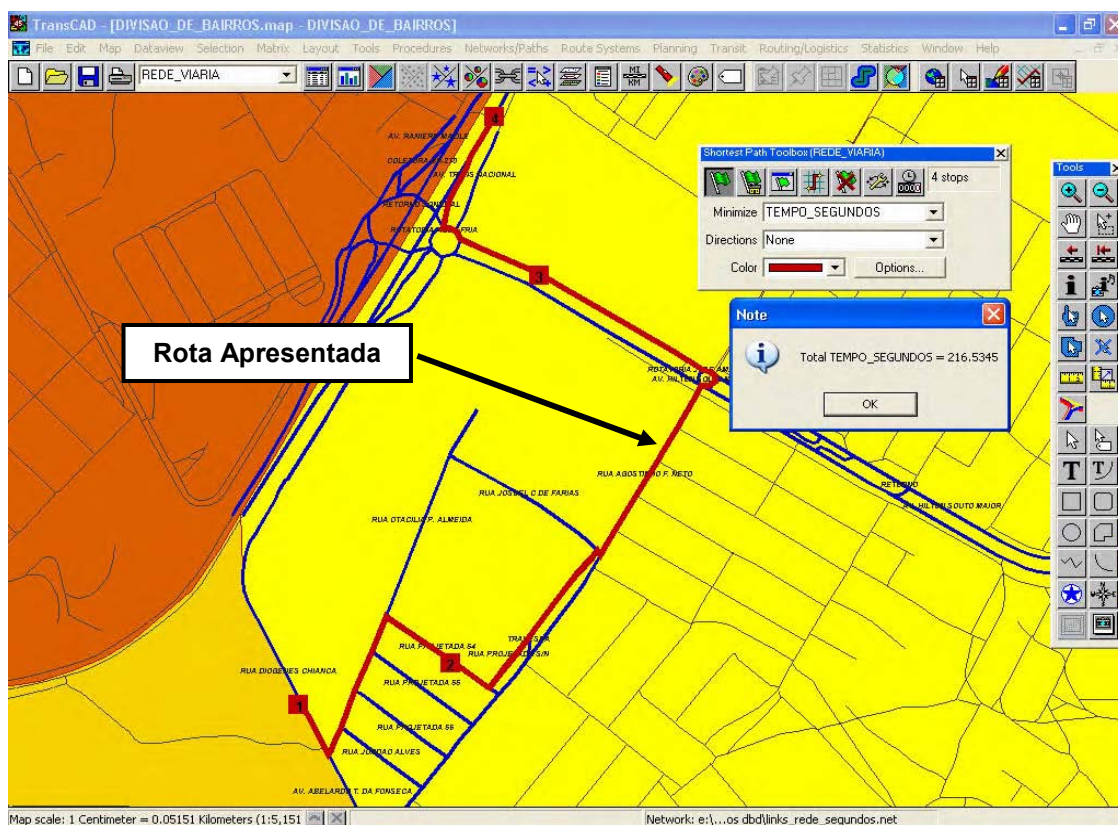


FIGURA 32 - Simulação de rota no TRANSCAD

Em seguida, o programa apresentou uma janela informando o sentido, a direção a seguir, a distância de cada grafo e total percorrido durante o trajeto para atingir o objetivo, o que facilitaria no auxílio à condução do veículo até o destino pretendido (Figura 33).

~i571 - Bloco de notas			
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda			
Start	South on RUA DIOGENES CHIANCA	0.08 kilometers	(0.08 kilometers).
Sharp Left	North on RUA OTACILIA P. ALMEIDA	0.19 kilometers	(0.27 kilometers).
Turn Right	East on RUA PROJETADA 54	0.16 kilometers	(0.43 kilometers).
Turn Left	North on RUA PROJETADA S/N	0.23 kilometers	(0.66 kilometers).
Turn Right	South on RUA JOSUEL C DE FARIAS	0.01 kilometers	(0.67 kilometers).
Turn Left	North on RUA AGOSTINHO F. NETO	0.26 kilometers	(0.93 kilometers).
Turn Right	East on AV. HILTON SOUTO MAIOR	0.00 kilometers	(0.93 kilometers).
Turn Left	North on ROTATORIA JOSE AMERICO	0.03 kilometers	(0.96 kilometers).
Turn Left	West on AV. HILTON SOUTO MAIOR	0.37 kilometers	(1.33 kilometers).
Continue	North on ROTATORIA AGUA FRIA	0.03 kilometers	(1.36 kilometers).
Turn Right	North on COLETORA BR-230	0.10 kilometers	(1.46 kilometers).
Continue	North on BR-230	0.06 kilometers	(1.52 kilometers).

FIGURA 33 - Bloco de notas apresentando instruções de percurso da rota

O método de roteirização do programa obedece a restrições de direções, que não são os únicos elementos de restrição que são encontrados em uma rede viária urbana. Também é necessário e recomendável regular o movimento de tráfego, como em semáforos, interseções etc., assim no TRANSCAD pode-se fixar penalidades de movimentos ou ações na rede como por exemplo, atravessar uma interseção diretamente, virar à esquerda, virar à direita, e regressar.

Essas penalidades podem ser fixadas de acordo com as necessidades de trabalho, para toda a rede ou simplesmente para parte dela, ou até para mudanças de direção de um sentido para outro. Em termos práticos, pode-se adicionar um peso de restrição na velocidade se o veículo de emergência precisar fazer uma contramão.

Nesta pesquisa, as restrições foram condensadas no produto final, a velocidade média operacional, o que não impede de, em um momento oportuno atribuir novos elementos de restrição para otimização do protótipo.

O programa apresentou resultados satisfatórios do ponto de vista de otimização das rotas, já que seu algoritmo de topologia trabalhou com três elementos básicos que definiram a hierarquia dos objetos no espaço, os pontos, as linhas e a área.

A escolha da melhor rota só foi possível nessas condições porque o procedimento de análise permitiu que o usuário criasse parâmetros e informasse ao programa quais deveriam ser utilizados para escolha da informação desejada ou obtenção do produto esperado.

Uma vez feito isso, como o banco de dados já havia sido alimentado pelas velocidades médias operacionais, ordenou-se ao programa que calculasse para cada comprimento de rua, o tempo que seria gasto para percorrê-la de acordo com as informações obtidas na operação do cálculo do tempo.

A partir daí, foi instruído para criar um novo arquivo de rede com extensão *.net, para que o cálculo da melhor rota fosse realizado de acordo com a otimização do tempo, o que apresentaria o menor tempo total de percurso em segundos, pois o programa em fração de milésimos de segundos, calcularia todos os possíveis caminhos realizáveis de acordo com as restrições e escolheria aquele que apresentasse o menor tempo gasto.

Logo, o menor tempo gasto é associado às vias com melhor pavimento, maior velocidade operacional e menor número de penalidades. Esse procedimento também permite ao programa escolher rapidamente se deve percorrer uma menor distância em uma via de pavimento inferior à outra ou não.

Isso só acontecerá, se somente se, o tempo gasto para percorrer a via A com pavimento inferior, for menor que o tempo gasto para realizar o percurso na outra, mesmo que

ela apresente melhores condições de pavimento e geometria, nesse caso se a via A apresenta melhor tempo operacional que a via B, o caminho será adotado pela via A.

Essa ferramenta, não pode ser vista como opção exclusiva de resolução dos problemas de roteirização, principalmente nos centros urbanos onde a desconexão entre as esferas administrativas em muito atrapalha esta atividade.

São obras realizadas sem que todos os órgãos relacionados a elas tomem conhecimento, mudanças nos sistemas viários que não são atualizadas nas bases geográficas, interrupção do trânsito de pequena escala ou não por tempo indeterminados em vias, etc.

Além desses fatores, a cada dia surgem novas tecnologias na área de trânsito e do transporte. Porém o grande problema enfrentado é que essas tecnologias são adaptadas para padrões comerciais em larga escala, ou seja, as metodologias para uso comercial e doméstico de roteirização por aparelhos de GPS, ou por programas, estão voltadas para empresas ligadas a logística de cargas, passageiros, coletas e entregas.

Assim, quando forem mercadológica e economicamente viáveis, as empresas produzirão ferramentas de baixo custo, voltadas para o contexto local, aonde se vai aplicá-la especialmente a um setor específico sob domínio de maior responsabilidade do estado(a saúde pública). Também, serão analisadas pelos fabricantes as possibilidades de ganho capital frente aos custos de manutenção, comercialização e distribuição de programas desta linha.

Até então o SAMU em nível de Brasil, opera simplesmente pela intuição dos motoristas que trabalham sob condições de intensa pressão, o que em muitos casos compromete em maior ou menor grau, a otimização do serviço, o salvamento de vidas e custos econômicos agregados a essa atividade.

Por fim, pode-se complementar que a roteirização de veículos de emergência deve atender e fundamentar-se em três níveis diferenciados de tomada de decisão, de acordo com a frequência com que elas precisam ser otimizadas.

Um nível estratégico; onde as tomadas de decisões são de longo prazo, entre elas a definição da rede logística, que depende das decisões de utilização de modos de transporte e da propriedade da frota; um nível tático, onde as decisões ligadas ao planejamento da gestão de transportes são de médio prazo, entre elas o planejamento de transportes, a seleção e contratação de operadores que deve ser também priorizada, pois nela atua a variável capital intelectual e por fim o nível operacional, onde as atividades do dia-a-dia, como a realização dos atendimentos e transporte devem ser priorizadas e realizadas da melhor forma possível tanto no campo de execução como no econômico (MARQUES, 2002).

7.5 COMENTÁRIOS

Este trabalho procurou inicialmente reunir um aglomerado de informações que refletissem em seu universo de dados o comportamento real de funcionamento do SAMU/JP, registrado através da criação e organização de banco de dados, tabela, mapas e gráficos.

Entretanto, a maior parte das tendências citadas nesta pesquisa basearam-se nas respostas produzidas pela interação do *software* com as informações reais do ambiente, aliados a mapas e imagens de satélite, através de técnicas de análise espacial.

Neste instante a identificação do problema, razão pela qual o trabalho foi desenvolvido, foi demonstrada através da obtenção do registro das rotas pelo uso do GPS e também, que o problema de roteirização existe e que precisa ser corrigido.

Após isto, pode-se perceber pelo padrão de dinâmica local, através dos horários de pico, que nem sempre as principais vias de acesso são as ideais para o deslocamento de roteirização de veículos de emergência.

Por exemplo, uma rota que seja traçada pela Av. Presidente Epitácio Pessoa no horário compreendido entre as 14:30 e 19:30 horas terá grandes chances de reter a ambulância no trânsito por impossibilidade de passagem, apresentando a via engarrafamento em sua maior parte de extensão, caso o destino hospitalar seja o Hospital de Emergência e Trauma de João Pessoa, localizado no Bairro dos Estados e a margem da BR-230.

Problemas de localização do destino podem facilmente ser resolvidos utilizando uma base digital como a proposta pela pesquisa. Assim, informações culturais podem ser incluídas como complemento às informações do cadastro imobiliário municipal, evitando traçado de rotas e deslocamentos desnecessários quando em atendimento pelo serviço.

O traçado do destino hospitalar já pode ser informado pela própria central de regulação médica, pois após receber as primeiras informações do estado paciente, e sendo ela a reguladora da necessidade de envio de uma unidade básica ou avançada, o destino hospitalar pode ser escolhida na proporcionalidade da prioridade do atendimento, evitando que o condutor do veículo escolha um destino inadequado à necessidade de atendimento da ocorrência.

Sobre o funcionamento direto da ferramenta, pode-se ressaltar que além da apresentação da rota através de um mapa, permite-se checar o local de atendimento através da visualização da imagem de satélite sobreposta em sua camada base. Pode-se ainda informar por escrito todas as instruções de chegada ao local, com nome de avenidas, distância a ser

percorrida por trecho de via até o destino, sentido de direção por trecho, direção cardinal, distância parcial e distância total, além da estimativa de tempo final até a chegada do local de atendimento e remoção hospitalar.

Da forma como foi realizado o trabalho, conjuntamente com o resultado obtido, verificou-se gráfica e numericamente, que a ferramenta representou comportamentos de rotina do funcionamento do SAMU-JP, acrescidos de técnicas e recursos computacionais para obtenção de um produto final otimizado, lembrando que a sugestão de um mapa de rotas não é um simples desenho e sim a representação de um conjunto de informações articuladas no espaço geográfico.

Assim, à utilização de um sistema de informações geográficas voltado para as necessidades da área de transportes, através do uso e desenvolvimento de ferramentas de baixo custo, permitiu o abastecimento dos bancos de dados de forma analógica e/ou digital e mostrou-se como uma ferramenta alternativa viável frente aos atuais problemas de roteirização.

CAPÍTULO 8

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1 CONCLUSÕES

Esta dissertação teve como foco principal contribuir para redução das seqüelas decorrentes da demora no deslocamento no atendimento as vítimas de acidentes, violências e de causas biológicas no ambiente urbano.

Neste sentido, através da redução do tempo de viagem das ambulâncias no Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU/192), buscou-se por meio do uso de uma ferramenta de roteirização, reconhecer a importância da escolha da melhor rota, que nem sempre é a mais curta, analisando a realidade que caracteriza o funcionamento do serviço no contexto local e testando sua eficiência de utilização através de comparações com ocorrências reais registradas nesse serviço.

Desta forma, construir os parâmetros de classificação das vias e testar tal ferramenta exigiu, segundo a metodologia adotada, uma série de procedimentos e atividades já relatadas nos capítulos anteriores, mas que sem dúvida alguma foram imprescindíveis para a elaboração do modelo de rotas. De acordo com suas respectivas características, as vias analisadas subsidiaram todo o procedimento de catalogação e articulação da rede viária, que constituiu posteriormente a base digital de suporte ao uso da ferramenta de roteirização.

A realização da coleta de dados não foi tarefa das mais fáceis. Após a instalação de todo o aparato eletrônico para obter de forma fiel os dados necessários, acompanhar a ambulância embarcado nela e presenciar ocorrências reais, que vão desde escoriações a falecimentos, exigiu uma carga grande de auto-controle, a fim de não perder o foco da pesquisa, dos registros a serem feitos e de jamais dificultar o exercício do socorro médico pela equipe do SAMU.

Os resultados obtidos por meio da coleta e do tratamento dos dados, através de um inventário de matrizes, totalizaram 7.940 registros de velocidades em 5.769 km percorridos, dentro de um intervalo de tempo de 240 horas de coleta de dados, embarcado nos veículos de emergência. Com o agrupamento desses dados foi possível refletir e articular com razoável fidelidade o conjunto de variáveis combinadas, que embasaram a obtenção das velocidades médias operacionais atribuídas às vias na base digital citada anteriormente.

O inventário de matrizes contribuiu igualmente para o reconhecimento da importância de quantificação das velocidades nas vias em função de suas características geométricas, da composição do tipo de pavimento, da presença de elementos de atrito e/ou restrição de circulação presentes nela e dos mecanismos de controle de tráfego instalados em todo o

sistema de circulação. Assim, buscou-se estabelecer através do tratamento dos dados um referencial de velocidades para abastecer os parâmetros de equacionamento das variáveis tempo, velocidade e distância a ser percorrida no sistema e na ferramenta de roteirização.

Basicamente, associar dados espaciais a arquivos digitais, são recursos facilmente disponíveis em SIG's. No entanto, disponibilidade de um programa que contenha grande parte dessas ferramentas, ou ao menos as funções mais importantes de um Sistema de Informações Geográficas e que paralelamente execute modelagem em transportes, levou a escolha do TRANSCAD, do qual se exigiu a utilização da flexibilidade de emprego de uma ferramenta potencial de roteirização de caminhos adaptada para veículos de emergência do SAMU.

Como os sistemas de transporte têm ligação direta com o referenciamento espacial, esta pesquisa demandou um trabalho fatigante de digitalização dos eixos de vias, atribuindo-lhes todas as propriedades da rede, tais como: nome das vias, bairros, velocidades médias operacionais, sentidos de circulação, restrições de tráfego e os cálculos de tempo em função da velocidade operacional, para posterior combinação algorítmica na escolha da rota mais adequada pelo TRANSCAD.

Os atributos da rede, dispostos tais como foram óbitos nas etapas anteriores, possibilitaram a realização de pré-testes, onde pôde-se observar como o uso da ferramenta reagiria supostamente a rotas hipotéticas. Obteve-se com o resultado dos pré-testes, todas as instruções esperadas, como o nome das vias a serem percorridas, a direção, o azimuth, a distância parcial por trecho e por total da rota, o sentido de circulação, o mapa de deslocamento e por fim o tempo estimado de percurso.

De tal modo, a associação dos dados espaciais aos dados digitais, apresentou o produto esperado não exigindo do condutor conhecimento elevado sobre toda a planta da cidade e sim, apenas um conhecimento mediano sobre a localização dos destinos que teria que atingir.

Complementarmente, verificaram-se as oscilações do horário de pico viário no trânsito da capital, feita através contagem de veículos em 15 pontos (Figura 20) de maior volume de circulação e acesso no município. Ressalta-se que esta etapa só foi realizada, devido a transposição de obstáculos relativos a obtenção dificultosa dos dados.

Posteriormente, os mesmo dados foram tratados e utilizados como fonte de informações, para detecção dos horários menos recomendados para a roteirização das ambulâncias nos principais corredores viários da cidade em função da concentração de veículos naquelas vias durante as frações de tempo e/ou horas de pico.

De acordo com os estudos e análises realizadas para a construção deste trabalho, somente a coleta e a comparação das rotas reais com as rotas simuladas na ferramenta de

roteirização, possibilitaram a real comprovação da hipótese de existência dos problemas de roteirização levantados nesta pesquisa.

Através da comparação das rotas reais com as rotas simuladas, pôde-se comprovar que o equacionamento tanto do fator tempo e do fator distância, na forma como o processo é realizado hoje não se mostram eficientes, principalmente quando comparados as rotas sugeridas pela ferramenta de roteirização, em conformidade com a metodologia adotada nesta pesquisa.

Os resultados demonstraram que em todas as ocorrências em que as vias de melhor velocidade operacional (BR/ASF/MU/02FX) não determinaram o traçado rígido da rota, devido as suas características viárias e de engenharia, houve perda de tempo por adoção do caminho mais longo e com menor velocidade média operacional por trecho e total.

É importante salientar que os condutores desses veículos não podem ser considerados como causa e/ou origem do problema, pois orbita em torno deles os fatores humanos, físicos, psicológicos, culturais e econômicos no exercício de sua atividade. Lembra-se que muitos desses condutores possuem jornadas duplas e/ou triplas de trabalho, onde o cansaço físico e mental interfere diretamente na tomada de decisões, desgaste esse potencializado pela necessidade econômica de sobrevivência, haja vista a baixa média salarial dos mesmos.

Os resultados obtidos nas simulações computacionais decorrentes do confronto com ocorrências reais mostraram que a utilização da ferramenta proposta pode ser de grande utilidade no auxílio do processo de roteirização para os veículos de emergência no SAMU-JP e seus resultados podem ser refletidos diretamente na possibilidade de melhoria da prestação do socorro médico e na redução do risco de morbimortalidade da população de João Pessoa.

Por fim, ressalta-se ainda que esta ferramenta pode ser aplicada a outras localidades, respeitando obviamente suas particularidades estruturais, econômicas, sociais, culturais e de disponibilidade de pessoal e tecnológica disponível.

8.2 RECOMENDAÇÕES

Com relação a trabalhos futuros, ficam as seguintes recomendações:

- Associar essa ferramenta de roteirização a *softwares* com licenças livres e que possam ser distribuídos de forma ampla e gratuita pela internet;
- Desenvolver novas pesquisas sobre o comportamento dos veículos de emergência no cenário local, regional e nacional; e
- Construir e/ou associar a esta ferramenta, novos parâmetros, funcionalidades e mecanismos que possibilitem dentro da engenharia urbana o acompanhamento em tempo real das condições de trafegabilidade locais em conjunto com ferramentas de roteirização para veículos de urgência e emergência.
- Implantar o serviço de divulgação das condições do trânsito nas rádios locais na cidade, para informar as condições reais de circulação para os usuários do sistema.
- Desenvolver o uso da ferramenta de roteirização nos demais serviços de urgência, emergência e segurança pública.
- Utilizar as bases dos pacotes comerciais vendidos juntos com os GPS convencionais, para programar novas metodologias de roteirização no atendimento das urgências e emergências.

Como comentário final, registra-se a intenção deste trabalho em contribuir com o funcionamento dos serviços públicos com qualidade e eficiência a fim de minorar o sofrimento alheio e proporcionar qualidade de vida e bem estar a todos e todas que interagem, constroem e reconstroem o espaço coletivo onde vivemos.

REFERÊNCIAS

ACIDENTE DE TRÂNSITO: **Falta do cinto de segurança atinge 80% dos envolvidos.** Disponível em: < <http://www.geocities.com/Athens/Aegean/7911/public1.htm>>. Acesso em: 18/11/2007.

ANDRADE, J. P.; ANDRADE N.P e ARAUJO, H. P. de, **A diferença entre estatísticas oficiais de transito e a realidade das vias.** Revista de Transportes Públicos – ANTP, Ano 27, 4º trimestre, p. 95-104, 2004.

ANDRADE, J. P.; ANDRADE N.P.; **Análises dos acidentes de transito em João Pessoa – Pb.** Relatório Técnico, João Pessoa – Pb, 1999.

ANTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Circulação com qualidade na cidade do século XXI.** São Paulo, ANTP, 1999.

ANTP (2003). **Secretaria diz como trabalhará pela mobilidade sustentável.** Informativo ANTP, São Paulo, n 101, maio.

ARIMA, K.; **Agora que os preços caíram chegou à hora de comprar seu GPS.** Revista Info Exame, Edição Abril/08, 2º trimestre, p. 36-43, 2008.

ARTONI, Cmte. Carlos Alberto. **Associação Brasileira de Pilotos de Helicópteros.** 2006. Disponível em: <http://www.abraphe.org.br/iframe/editorial_fevereiro_06.html> Acesso em: 14/01/2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 14724: **Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação.** Rio de Janeiro, 2002. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR6028: **Resumos.** Rio de Janeiro, 2003. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras.** Relatório Executivo – Brasília: IPEA/DENATRAN/ANTP, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6022: **Informação e documentação: artigo em publicação periódica científica impressa: apresentação**. Rio de Janeiro, 2003. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR10520: **Informação e documentação: citação em documentos**. Rio de Janeiro, 2002. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR6023: **Informação e documentação: elaboração: referências**. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR6024: **Informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento**. Rio de Janeiro, 2003. 3 p.

BLACK, P. E. **Vehicle routing problem in Dictionary of Algorithms and Data Structures** [online], Paul E. Black, ed., U.S. National Institute of Standards and Technology. 17 December 2004. Disponível em: <<http://www.nist.gov/dads/HTML/vehicleRouting.html>>. Acesso em: 01/jan/2008.

BLED SOE, Bryan E, "**The Golden Hour: Fact or Fiction**". Emergency Medical Services 6 (31): 105, (2002).

BRASIL, Ministério das Cidades - **Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável** – Cadernos Cidades nº. 6 – Ministério das Cidades, Brasília, DF, 2004.

BRASIL, Ministério das Cidades, **SeMOB** - Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana, **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. Brasília, DF, 2007, 178 p.

BRASIL, Ministério das Cidades, **SeMOB** - Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana, **A Mobilidade Urbana no Planejamento da Cidade**. Brasília, DF, 2008, 32 p.

BRASIL, Ministério das Cidades, **SNTMU** - Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana, **Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável**. Brasília, DF, 2004, 15 p.

BRASIL, Ministério das Cidades. **PNMUS** - **Política nacional de Mobilidade urbana Sustentável - Princípios e Diretrizes aprovadas no conselho das cidades**. Secretaria nacional de Transporte e Mobilidade Urbana. Min. das Cidades. Brasília, DF, 2004, 15 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SAMU – **Home page**, Disponível em: <<http://www.ms.gov.br>>. Acesso em: 01/02/2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Política Nacional de Redução da Morbimortalidade por Acidentes e Violências**, 2. ed. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 64 p. (Série E. Legislação de Saúde).

BRASIL. Ministério dos Transportes. CONTRAN - Conselho Nacional de Transito - Resolução Nº. 242 de 22 de Jun de 2007. **Dispõe sobre a instalação e utilização de equipamentos Geradores de imagens nos veículos automotores**. CONTRAN, art. 12, inciso I, da Lei nº. 9.503, de 23 de setembro de 1997, Código de Trânsito Brasileiro, Decreto nº. 4.711, de 29 de maio de 2003, que dispõe sobre a coordenação do Sistema Nacional de Trânsito. Brasília, DF, p. 2, maio/jun. 2007.

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos**. 264 f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial – INPE, São José dos Campos, 1995.

CARVALHO, M. S. (org.) **Sistemas de Informação Geográfica e a gestão da saúde no município**. Brasília: Ministério da Saúde, 1999. Disponível em: <<http://centro/factsheets/fs310/es/print.html>>. Acesso em: 26/07/2007.

CIAGI USP GPS: **A tecnologia GPS**, Adaptad. Dispon. em: <<http://www.gps.ciagi.usp.br>>. Acesso em: 18/11/2004.

CUNHA, C. B. (1997) **Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais**. São Paulo: EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes. 222p. (Tese de Doutorado).

CUNHA, C. B. (2000). **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais**. Revista Transportes da ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, v.8, n.2, p.51-74, novembro/2000.

DONDO, R. and CERDA, J. **An MILP framework for dynamic vehicle routing problems with time windows**. Lat. Am. Appl. Res., Oct./Dec. 2006, vol.36, no.4, p.255-261. ISSN 0327-0793.

FARIAS, A. L. (2003). **Diagnóstico geoquímico de sedimento de fundo de solo no médio curso do Rio Açu – Alto do Rodrigues/RN**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2003.

FEC - FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO, BDTA - Biblioteca Didática de Tecnologias Ambientais. **Módulo Mobilidade - A Mobilidade Numa Visão Sociológica**. Última atualização: 23/07/2005. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/>>. Acesso em: 15 Nov. de 2007, as 16:30 h.

FILHO, V. J. M. F. **Pesquisa operacional**. Departamento de Engenharia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ - ISSN 0101-7438, v.21, n.2, p.224, Rio de Janeiro, 2001.

FONTANA, Sandro Paulo; **GPS: a navegação do futuro**, Ed. Mercado Aberto, Porto Alegre/Rs, 2002. ISBN 85-280-0547-X.

FONTANELLA JM & CARLI P. **Les matériels et les techniques de réanimation pré-hospitalière – Les Unités Mobiles Hospitalière des Samu**. In: SFEM eds. Collection Médecine d’Urgence SAMU, 1992.

FROZZA at all. **Uso de SIG como Suporte à Decisão em Programa de Assistência Odontológica**. In: XIV Seminário de Computação – SEMICO/05, Blumenau/SC, FURB - Campus IV, 2005. Disponível em: <<http://www.inf.furb.br/seminco/2005/artigos/133-vf.pdf>>. Acesso em: 06/07/2007, as 8:00 h.

GAWRYSZEWSKI, V. P. *et al.*, **Morbidity and mortality from external causes in Brazil, 2000**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 20(4):995-1003, jul-ago, 2004.

HOFFMANN, E. H. at all, **Sistema de Roteirização Urbana**, IV CONGED – Congresso de Tecnologias para Gestão de Dados e Metadados do Cone Sul, UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa – PA, 23 - 25 de agosto de 2006. Disponível em: <<http://conged.deinfo.uepg.br/index.html>>. Acessado em: 16 Nov. de 2007, as 08:00 h.

INFOGPS online. **Pesquisa aponta venda de 720 milhões de dispositivos com GPS somente em 2011**. Curitiba/PR, 06/11/2007. Disponível em: <http://www.infogpsonline.com/noticias-diarias.php?id_noticia=7814>. Acessado em: 17/12/2007, as 13:30h.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras**. Relatório executivo. Brasília – DF, 2003.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Relatório executivo. Brasília – DF, 2006.

LAROCCA, A. P. C. (2004). **O Uso do GPS como instrumento de controle de deslocamentos dinâmicos de obras civis – aplicação na área de transportes**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

LERNER, E.B., MOSCATI, "The Golden Hour: Scientific Fact or Medical "Urban Legend?". Academic Emergency Medicine 8 (7): 758-760, (2001).

LOPES, L. A. S; MELO, C. S. Jr. **Roteirização simplificada**. Revista Tecnológica, ano VIII, nº. 89, 2003.

LOPES, S. L. B.; FERNANDES, R. J. **Uma breve revisão do atendimento médico pré-hospitalar**. Medicina, Ribeirão Preto, v. 32, p. 381-387, out./dez. 1999.

LUNES, Roberto F. **Impacto econômico das causas externas no Brasil: um esforço de mensuração**. Rev. Saúde Pública, 31 (4º Suplemento): 38-46, USP, São Paulo/SP – Brasil, 1997.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica**. 4. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2006. 305 p.

MARQUES, Vitor. **Utilizando o Transportation Management System para uma gestão eficaz de transportes**. Revista Tecnológica, ano VI, nº. 77, 2002.

MARTINS, V. M (2001). **Histórico da evolução da topografia**. Portugal. 2001. Disponível em: <<http://www.terravista.pt/Mussulo/4563/instrumentos.html>> Acessado em: 17/02/2006, as 9:00h.

MARTINS, P. P. S, (2004). **Atendimento pré-hospitalar: atribuição e responsabilidade de quem? Uma reflexão crítica a partir do serviço do corpo de bombeiros e das políticas de saúde “para” o Brasil à luz da filosofia da práxis**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, Florianópolis, Santa Catarina, 2004.

MERLIN, P. **Géographie, économie et planification des transports**. Paris, PUF, 1991.

MINAYO, M.C. S. (Org.), **Violence for All**, Bibliografia Comentada da Produção Científica Brasileira sobre Violência e Saúde. Panorama Ensp, 2, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública. 1990.

OMS. Organización Mundial de la Salud. Programas y proyectos - Centro de prensa - **Hoja descriptiva Nº 310, Marzo de 2007**. Disponível em: <<http://www.who.int/Media>>. Acesso em: 03/02/08.

RAIA Jr., A. A. **Acessibilidade e mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando redes neurais artificiais e sistemas de informações geográficas**. 212 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo - USP, São Carlos, 2000.

SAMPAIO, R. M.: YANASSE, H. H. **Estudo e implementação de algoritmos de roteamento sobre grafos em um Sistema de Informações Geográficas**. Disponível em: <http://www.ptr.usp.br/docentes/cbcunha/files/roteirizacao_aspectos_praticos_CBC.pdf>. Acesso em 15/03/2006.

SANTOS, Júlio César M. dos. Instituto de Medicina, Artigos Científicos, **TRAUMA - problema de saúde pública para o Século XXI. .Net**, Disponível em: <<http://www.inst-medicina.com.br/trauma%20evo.htm>>. Acesso em: 15/08/2007.

SCARLATO, F.C. **Metropolização de São Paulo e o Terceiro Mundo**. 2.ed. São Paulo, Iglu, 1989.

SILVA, A. N. R.; WAERDEN, P. V. D. **First Steps with a Geographic information system for transportation**. Department of Architecture and Urban Planning in Eindhoven, The Netherlands - Urban Planning Group, USP/SP - FAPESP/SP, 70 p., São Carlos/SP., Nov. 1997.

SILVA, A. N. R.; WAERDEN, P. V. D. **Primeiros passos com Transcad para Windows - Versão de desenho**, Department of Architecture and Urban Planning in Eindhoven, The Netherlands - Urban Planning Group, USP/SP - FAPESP/SP, 70 p., São Carlos/SP., Nov. 1996.

SILVA, Edna L. da.; MENEZES, Estera Muszkat.; **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação**. Univ. Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Laboratório de Ensino a Distância, 3ª ed. rev. e amp., Florianópolis/Sc, 2001.

SILVEIRA, J. A. R. & RIBEIRO, E. L. Uma Abordagem Conceitual Sobre Acessibilidade Urbana. **Revista Conceitos**: Revista da Associação dos Docentes da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, v. 1, n. 14, ISSN 1519-7204, 2006, 230 p.

SOUSA, Marcos Timóteo Rodrigues de. **Mobilidade e acessibilidade no espaço urbano**, Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, 17 (33): 119-129, dez. 2005

SZWARCWALD, C. L. 1987. **Mortalidade por causas externas nas capitais das grandes regiões metropolitanas brasileiras, 1977-1985**. Trabalho apresentado no II Congresso Brasileiro de Saúde Coletiva. São Paulo, out., 1989

THOMAZ, R. R.; MIRANDA, M. F. B.; SOUZA, G. G.; GENTIL, R. C. **Enfermeiro de bordo: uma profissão no ar**. Revista Acta Paulista de Enfermagem, v. 12, n. 1, 1999.

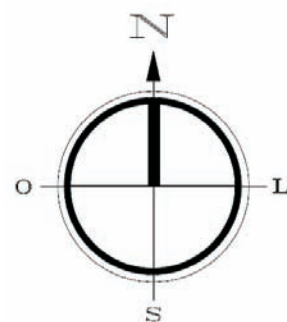
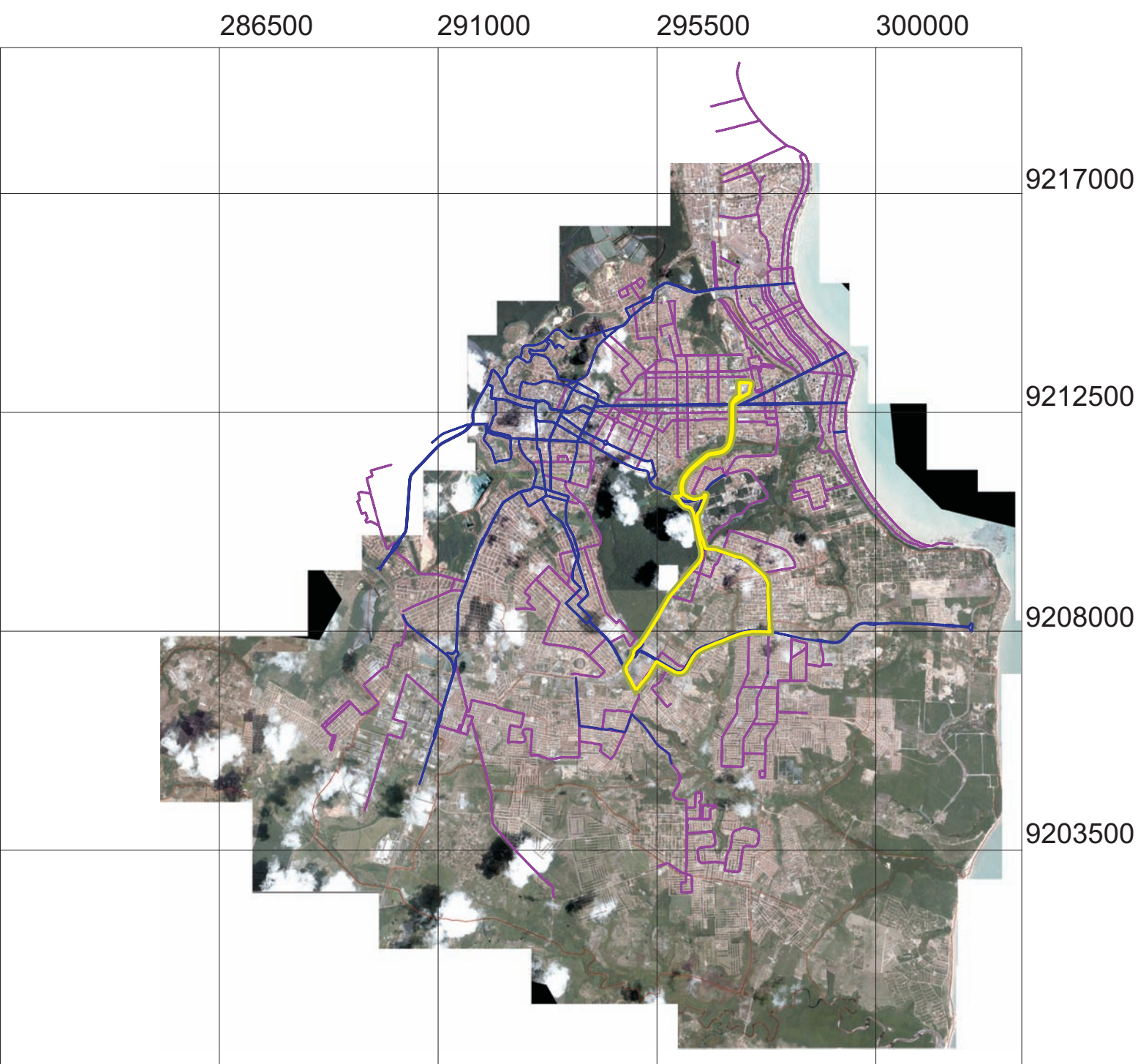
TRAUMA, Org., Golden Hour "**Conceito produzido a partir de dados franceses I Guerra Mundial**," Trauma Resuscitation. Disponível em: <<http://www.trauma.org/archive/history/resucitation.html>>. Acesso: 22/06/07.

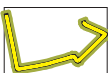
VIDAS PERDIDAS. Disponível em: <<http://www.motonline.com.br/default.asp?Cód=2313&categoria=6>>. Acesso em: 21/11/2007.

VINH; VINH - **To apply the GIS for Land-use and Housing Management in a district of Hochiminh city**. Map Asia Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 13 -15 October, in: Putra Word Trade Center. 2003 Disponível em: <<http://www.gisdevelopment.net/Application/urban/overview/>>. Acesso em: 03/12/2006, as 21:00 h.

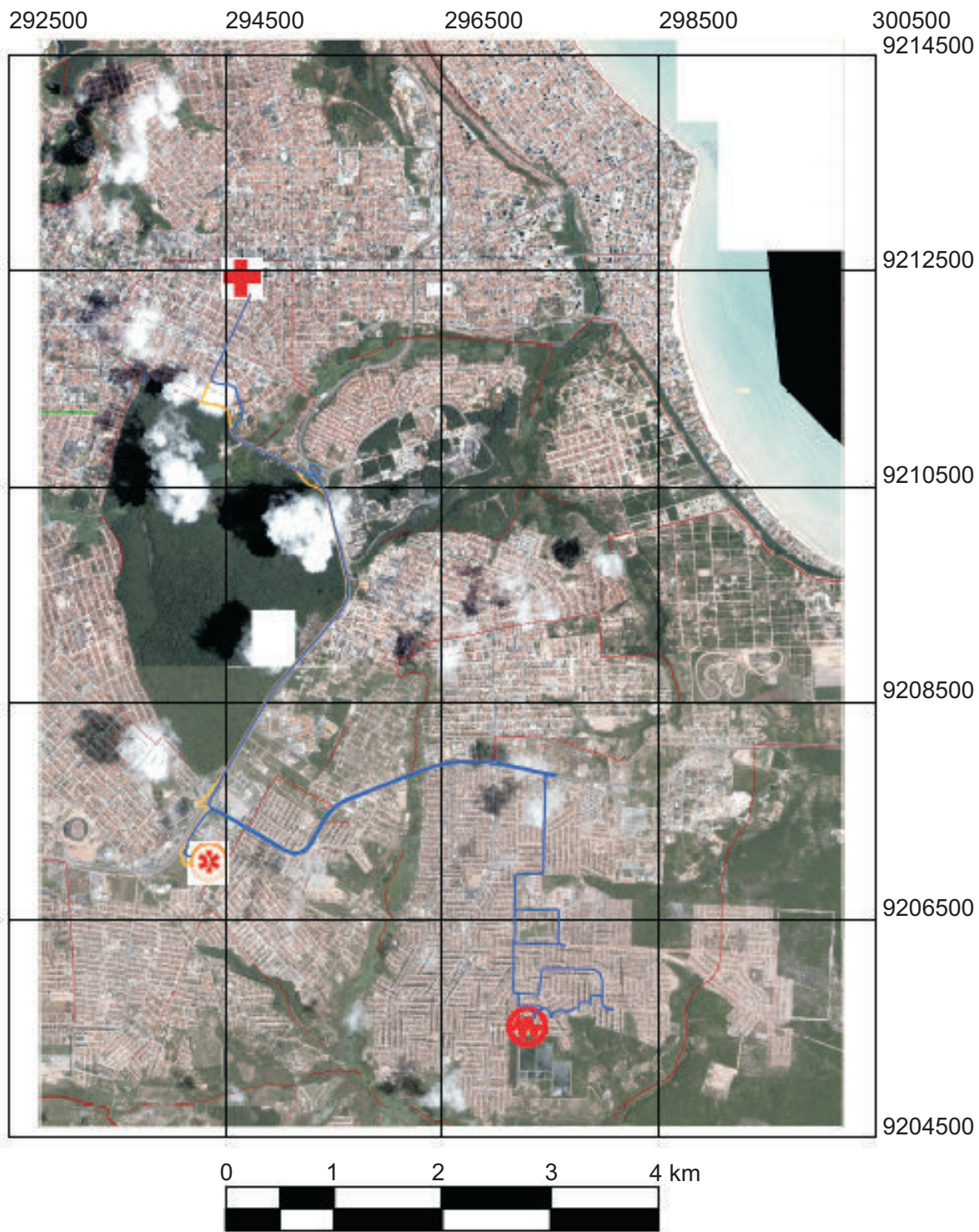
VITAL, F. M. P. **Mobilidade Urbana Sustentável – Fator de inclusão da pessoa com deficiência**, Boletim Técnico 40 – CET SP, 2006. Disponível em: <<http://www.sinaldetransito.com.br/glossario.php?ID=15>>. Acesso em: 16 Nov. de 2007, as 08:00 h.

Página para acomodação do CD com a dissertação meio digital.



-  Vias Arteriais
-  Vias Coletoras
-  Área de Estudo
-  Limite dos Bairros

MAPA DAS VIAS DE TRANSPORTE NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA E ÁREA DE ESTUDO	
Elaboração: Jorge Flávio Cazé	
Fonte: Base Cartográfica do município de João Pessoa - PB - 2000	2008



Emergência Ida



Emergência Retorno



Atendimento



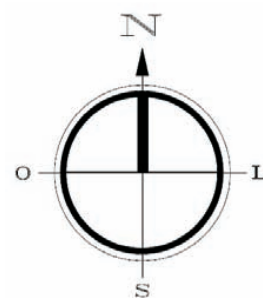
Base SAMU-JP



Hospitais



Limites dos Bairros

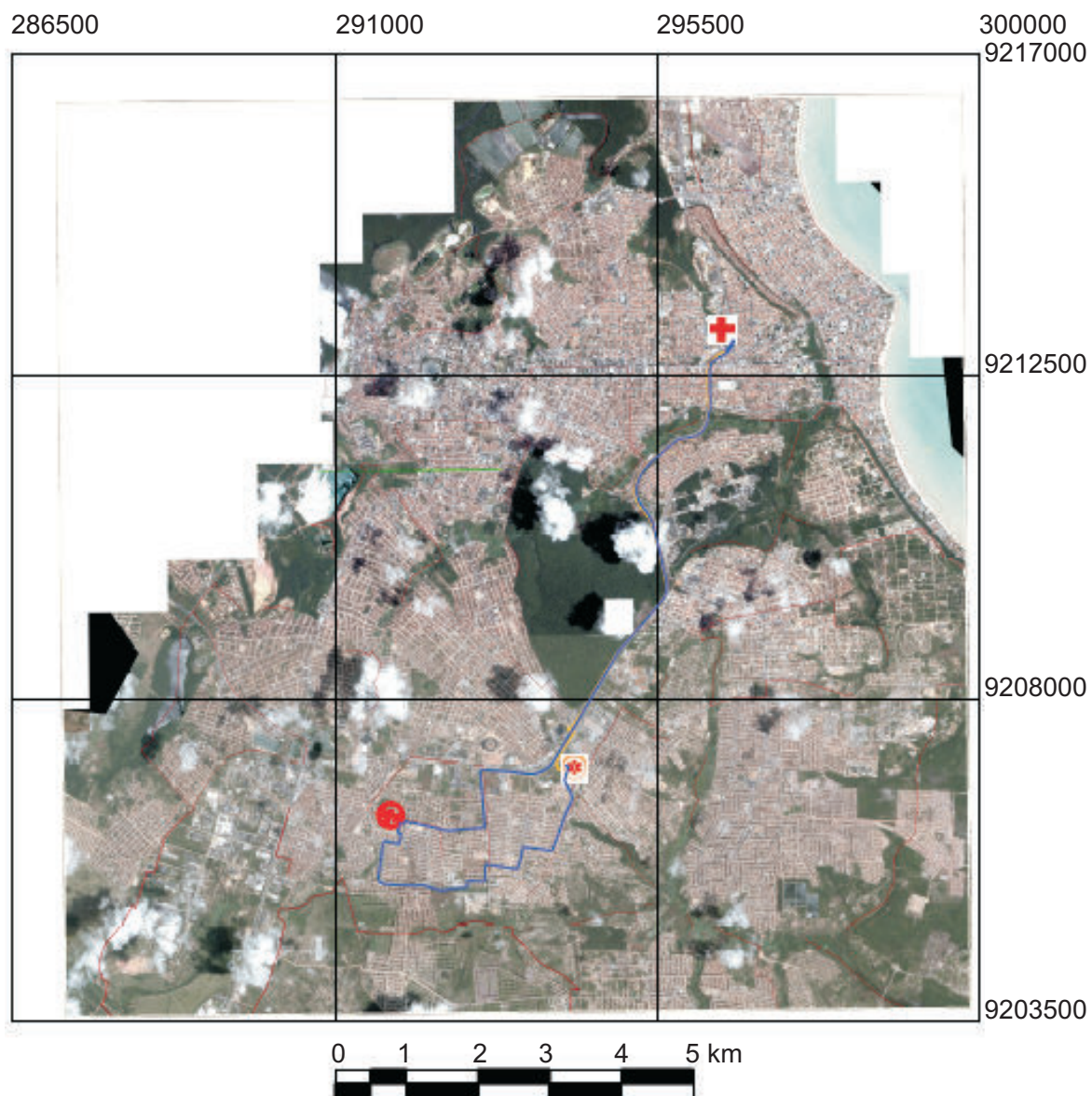


MAPA DAS VIAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB
OCORRÊNCIA 01

Elaboração: Jorge Flávio Cazé

Fonte: Imagem Satélite Quick Bird
do município de João Pessoa - PB - 2005

2008



Emergência Ida



Emergência Retorno



Atendimento



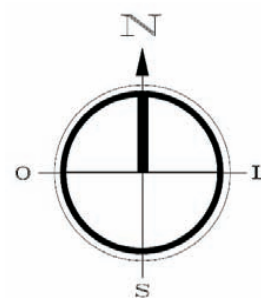
Base SAMU-JP



Hospitais



Limites dos Bairros

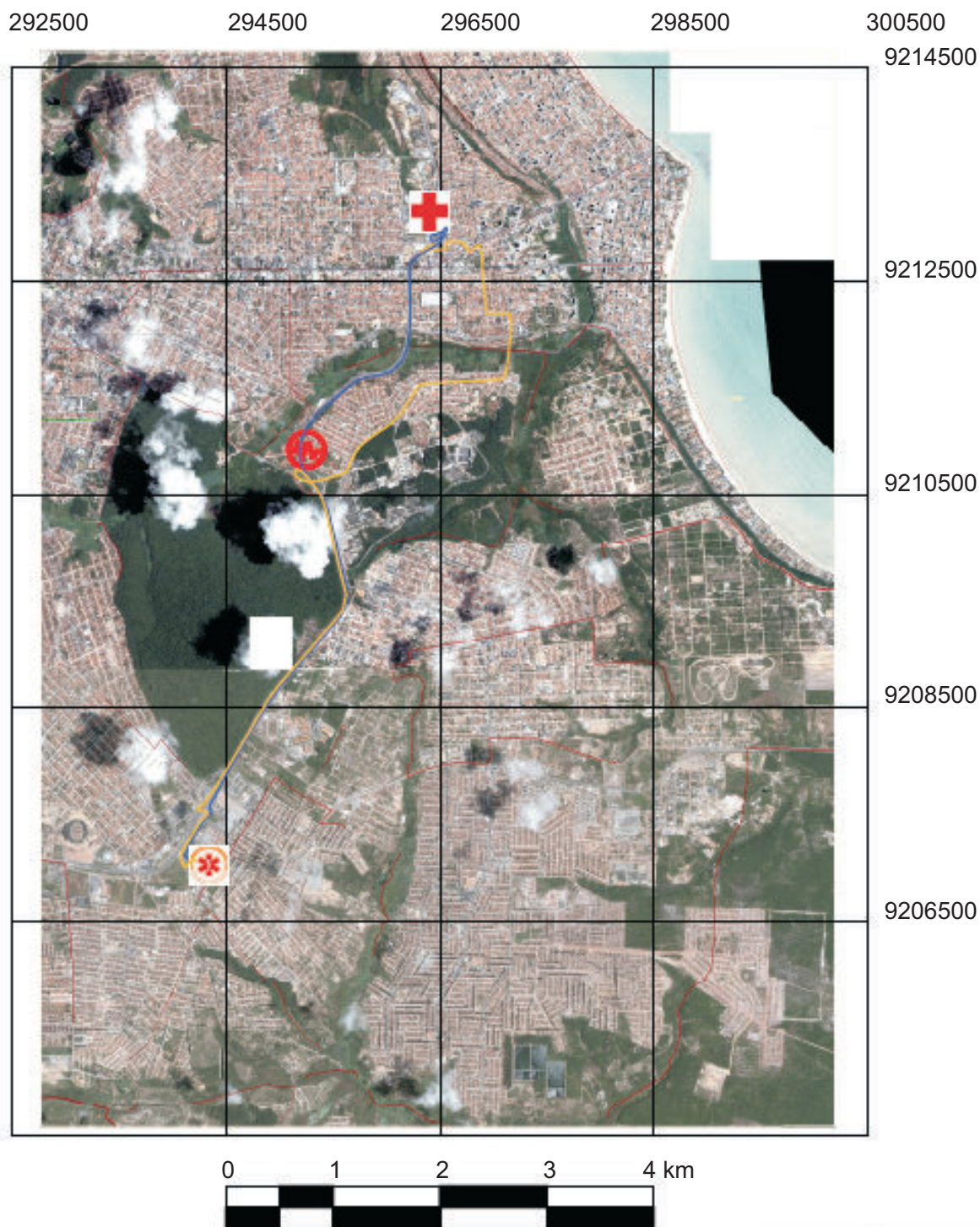


MAPA DAS VIAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB
OCORRÊNCIA 02

Elaboração: Jorge Flávio Cazé

Fonte: Imagem Satélite Quick Bird
do município de João Pessoa - PB - 2005

2008



Emergência Ida



Emergência Retorno



Atendimento



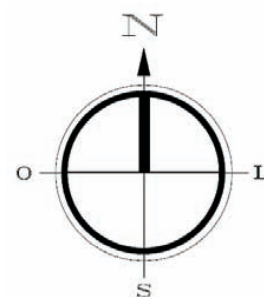
Base SAMU-JP



Hospitais



Limites dos Bairros

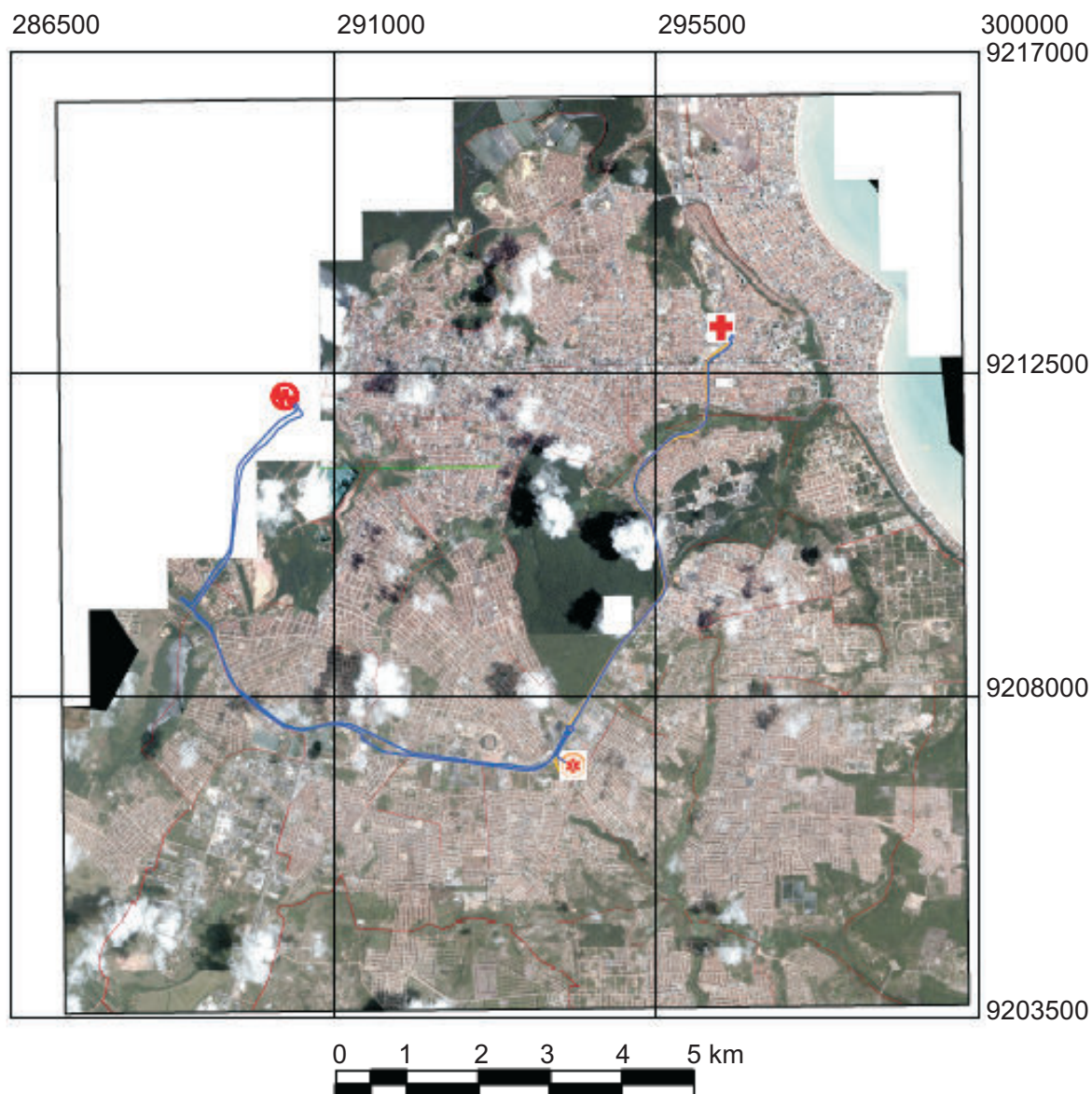


MAPA DAS VIAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB
OCORRÊNCIA 03

Elaboração: Jorge Flávio Cazé

Fonte: Imagem Satélite Quick Bird
do município de João Pessoa - PB - 2005

2008



Emergência Ida



Emergência Retorno



Atendimento



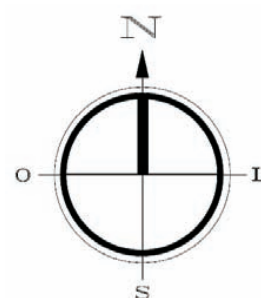
Base SAMU-JP



Hospitais



Limites dos Bairros

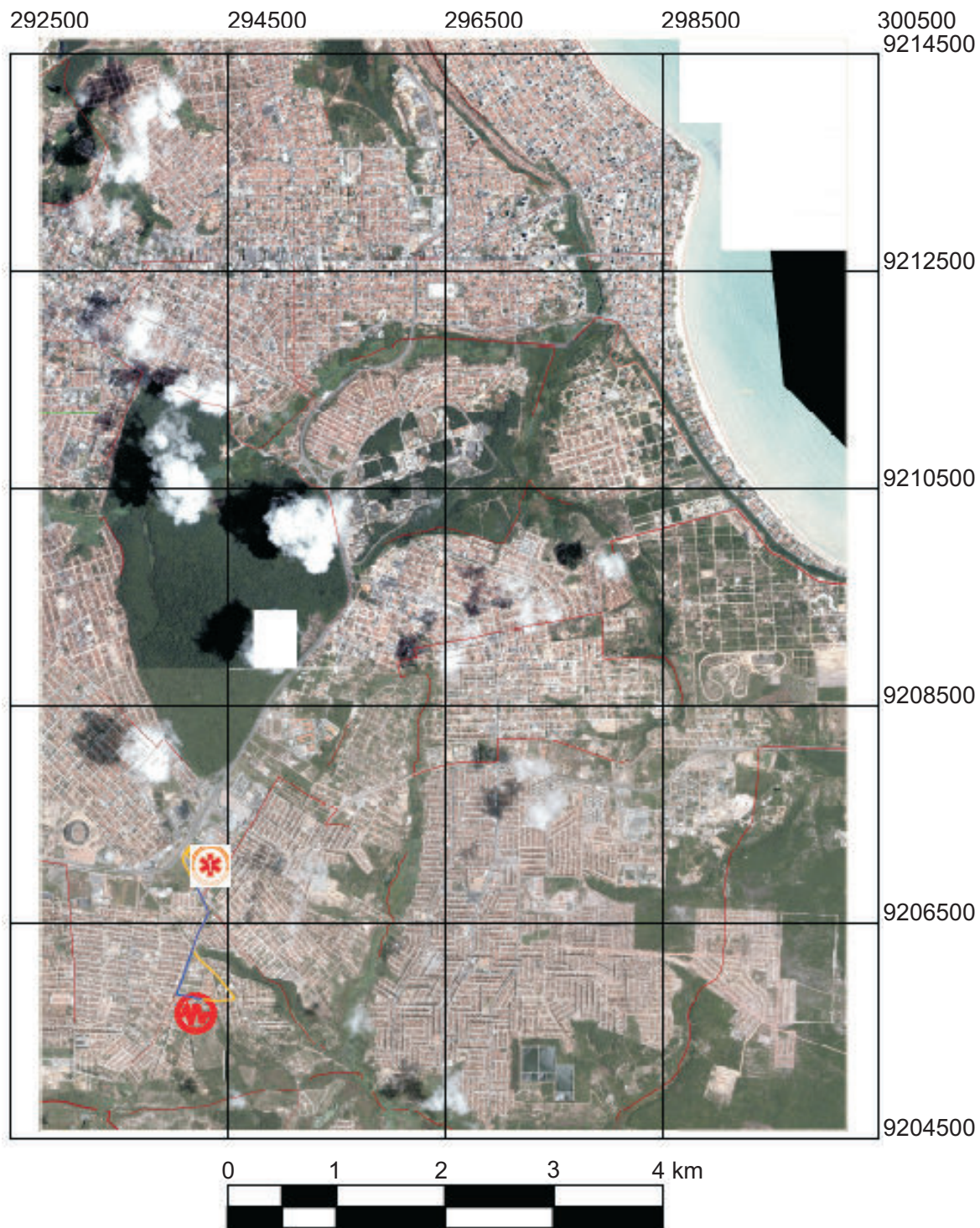


MAPA DAS VIAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB
OCORRÊNCIA 04

Elaboração: Jorge Flávio Cazé

Fonte: Imagem Satélite Quick Bird
do município de João Pessoa - PB - 2005

2008



Emergência Ida



Emergência Retorno



Atendimento



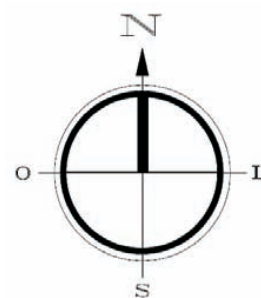
Base SAMU-JP



Hospitais



Limites dos Bairros

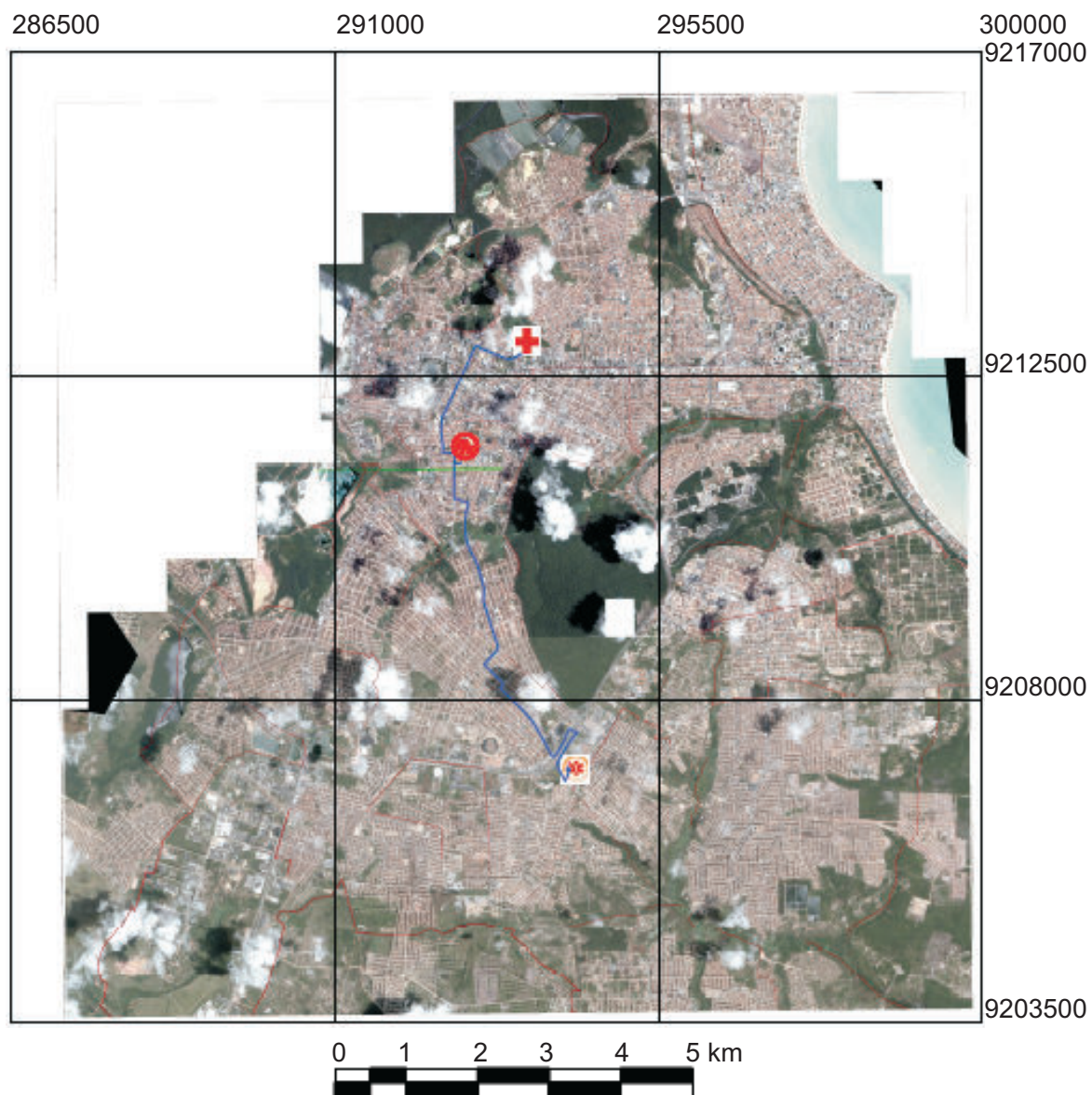


MAPA DAS VIAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB
OCORRÊNCIA 05

Elaboração: Jorge Flávio Cazé

Fonte: Imagem Satélite Quick Bird
do município de João Pessoa - PB - 2005

2008



Emergência Ida



Emergência Retorno



Atendimento



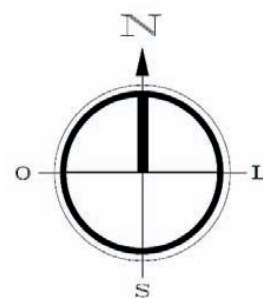
Base SAMU-JP



Hospitais



Limites dos Bairros

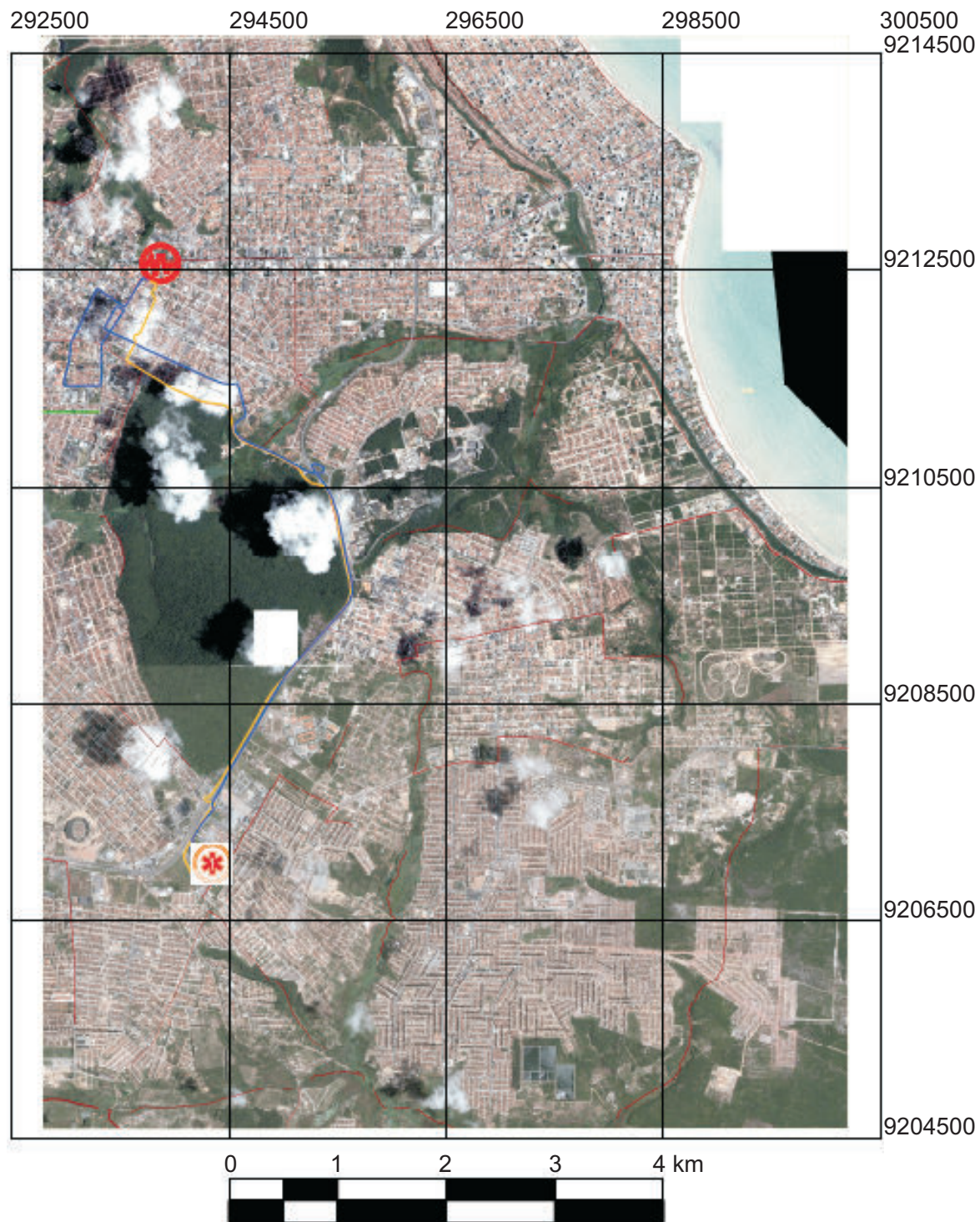


MAPA DAS VIAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB
OCORRÊNCIA 06

Elaboração: Jorge Flávio Cazé

Fonte: Imagem Satélite Quick Bird
do município de João Pessoa - PB - 2005

2008



Emergência Ida



Emergência Retorno



Atendimento



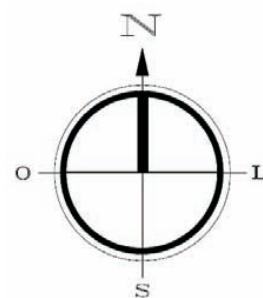
Base SAMU-JP



Hospitais



Limites dos Bairros

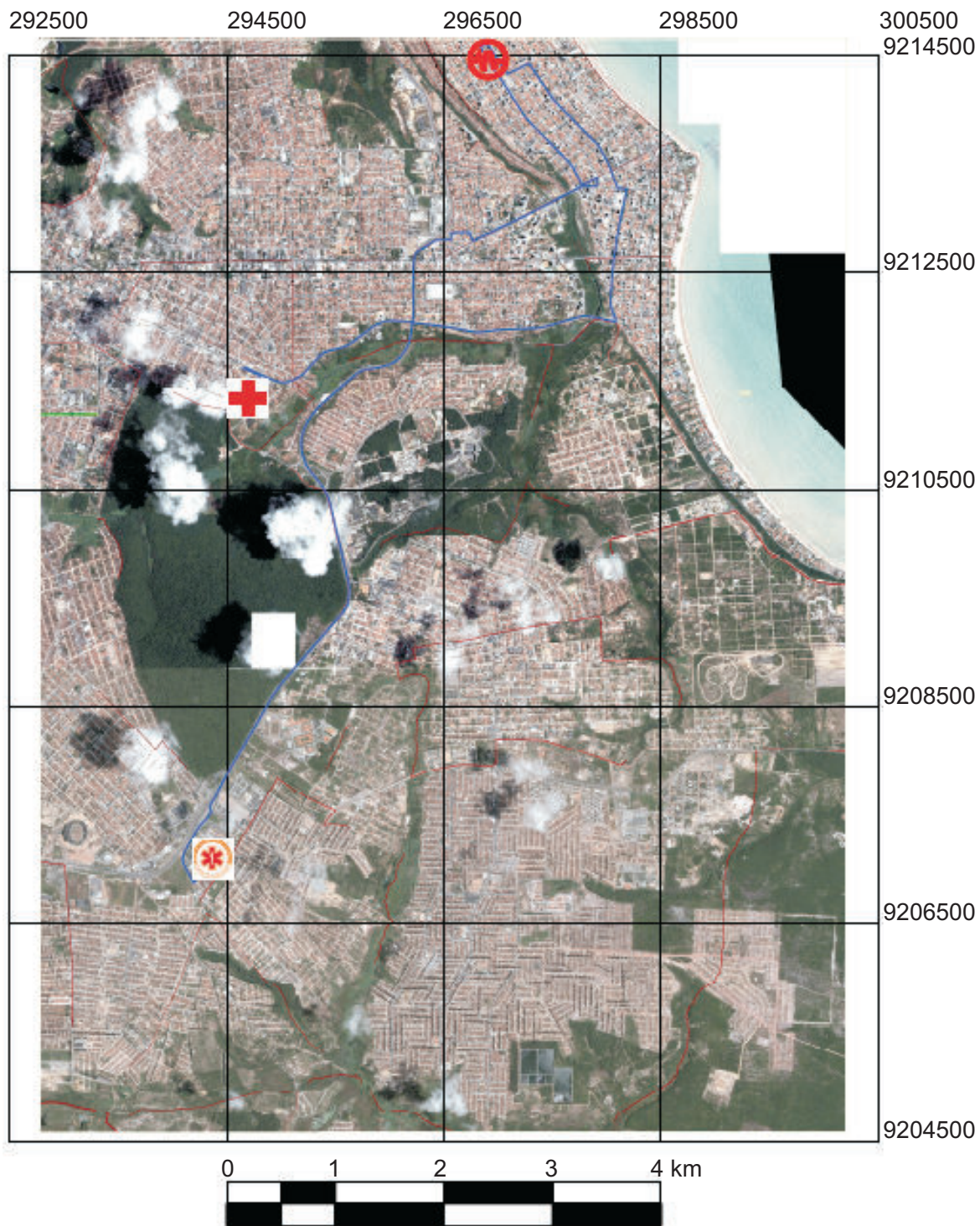


**MAPA DAS VIAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB
OCORRÊNCIA 07**

Elaboração: Jorge Flávio Cazé

Fonte: Imagem Satélite Quick Bird
do município de João Pessoa - PB - 2005

2008



Emergência Ida



Emergência Retorno



Atendimento



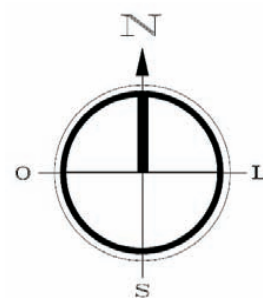
Base SAMU-JP



Hospitais



Limites dos Bairros

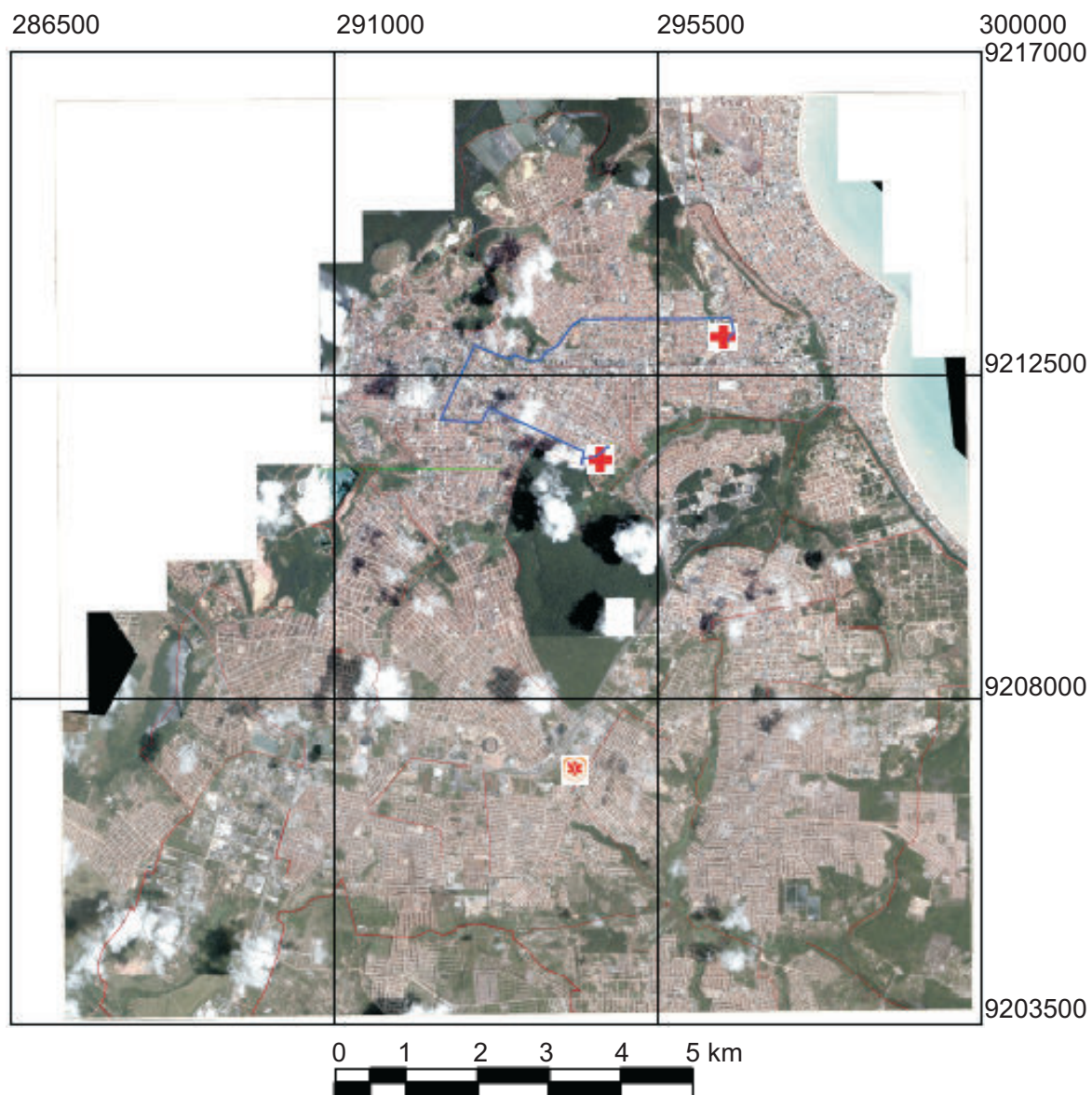


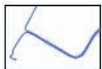
MAPA DAS VIAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB
OCORRÊNCIA 08

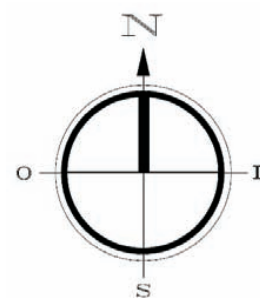
Elaboração: Jorge Flávio Cazé

Fonte: Imagem Satélite Quick Bird
do município de João Pessoa - PB - 2005

2008



-  **Emergência Ida**
-  **Emergência Retorno**
-  **Atendimento**
-  **Base SAMU-JP**
-  **Hospitais**
-  **Limites dos Bairros**

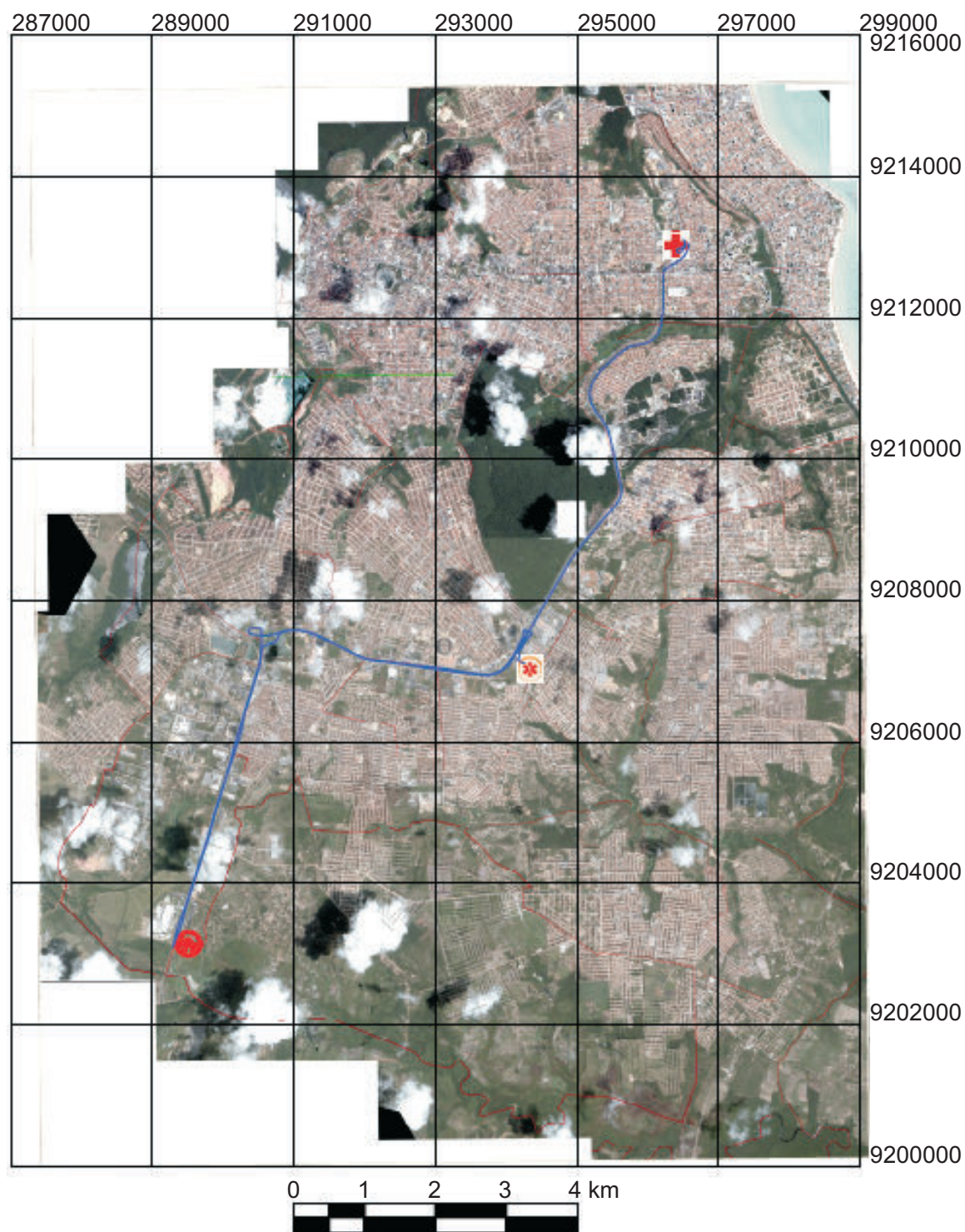


MAPA DAS VIAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB
OCORRÊNCIA 09

Elaboração: Jorge Flávio Cazé

Fonte: Imagem Satélite Quick Bird
do município de João Pessoa - PB - 2005

2008



Emergência Ida



Emergência Retorno



Atendimento



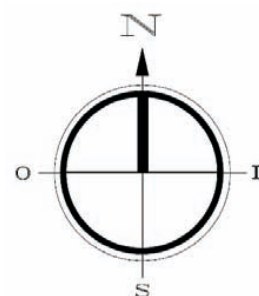
Base SAMU-JP



Hospitais



Limites dos Bairros



MAPA DAS VIAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB
OCORRÊNCIA 10

Elaboração: Jorge Flávio Cazé

Fonte: Imagem Satélite Quick Bird
do município de João Pessoa - PB - 2005

2008